ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1906,

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales de certaines équations aux dérivées partielles par les valeurs des dérivées normales sur un contour.* Note de M. ÉMILE PICARD.

1. Dans un Mémoire inséré aux *Annales de l'École Normale* (3e série, t. XVIII, 1901), M. Lindeberg a traité l'intégration de l'équation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = f(x, y)V, \tag{1}$$

où $f(x, y)$ était positive dans l'aire A limitée par un contour C, la dérivée $\frac{dV}{dn}$ relative à la normale intérieure en un point de C étant donnée sur ce contour et la fonction V étant continue dans A; sa méthode procédait par approximations successives. Je me propose de montrer que le même problème peut être résolu par une voie toute différente pour une équation linéaire quelconque du type elliptique. Pour abréger, nous nous bornerons ici à l'équation (1), mais sans faire aucune hypothèse sur le signe de $f(x, y)$.

2. V étant une solution de (1), posons :

$$V(x, y) + \frac{1}{2\pi}\int\int f(\xi, \eta)\, V(\xi, \eta) \log\frac{1}{r}\, d\xi\, d\eta = U(x, y),$$

où $r^2 = (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2$, l'intégrale étant étendue à l'aire A. La fonction U est évidemment *harmonique*, et, si l'on désigne par Φ les valeurs

données sur C pour $\frac{dV}{dn}$, on aura

$$\frac{dU}{dn} = \Phi + \frac{1}{2\pi}\int\int f(\xi,\eta)\,V(\xi,\eta)\frac{\cos(r,n)}{r}\,d\xi\,d\eta,$$

le point (x, y) étant sur C.

Notre problème revient donc à déterminer la fonction *harmonique* $U(x, y)$ et la fonction $V(x, y)$ de manière que l'on ait les deux équations fonctionnelles

$$(2)\quad V(x,y) + \frac{1}{2\pi}\int\int f(\xi,\eta)\,V(\xi,\eta)\log\frac{1}{r}\,d\xi\,d\eta = U(x,y) \qquad \text{(dans A)},$$

$$(3)\quad \frac{dU}{dn} - \frac{1}{2\pi}\int\int f(\xi,\eta)\,V(\xi,\eta)\frac{\cos(r,n)}{r}\,d\xi\,d\eta = \Phi \qquad \text{(sur C)}.$$

Or l'élimination de V entre ces deux équations est facile. On peut, en effet, tirer de l'équation (2) V en fonction de U à l'aide des méthodes employées par M. Fredholm dans ce genre d'équations fonctionnelles. La substitution dans (3) conduit alors, pour U, à une équation fonctionnelle de la forme

$$(4)\quad \frac{dU}{dn} + \int\int Q(\xi,\eta;s)\,U(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta = \Phi(s) \qquad \text{(sur C)}$$

où nous mettons en évidence l'arc s fixant la position d'un point sur le contour C. La fonction Q est une fonction connue de (ξ, η) et s.

3. Nous avons donc à *résoudre l'équation fonctionnelle* (4) *au moyen d'une fonction harmonique* U.

Ce problème va se ramener à une équation fonctionnelle de Fredholm. Prenons, en effet, pour U un potentiel de simple couche relatif à la ligne C,

$$U = \int \rho(\sigma)\log\frac{1}{r}\,d\sigma,$$

r désignant la distance du point (x, y) à l'élément $d\sigma$.

En faisant la substitution dans (4), on est conduit pour ρ à l'équation fonctionnelle

$$\rho(s) + \int \rho(\sigma)\,P(s,\sigma)\,d\sigma = \frac{1}{\pi}\Phi(s),$$

$P(s, \sigma)$ étant une fonction connue. On a ainsi une équation de Fredholm pour déterminer la densité ρ qui nous fera connaître U et, par suite, V. Le problème est donc complètement résolu.

4. Il est clair que dans certains cas exceptionnels le problème sera sans solution, du moins si Φ est quelconque; mais, *en général,* le problème a une solution et une seule. Avec précision, et en introduisant un paramètre constant λ, on peut énoncer que l'équation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = \lambda f(x, y) V$$

admet une solution continue et une seule pour laquelle $\frac{dV}{dn}$ a des valeurs données sur le bord; il peut y avoir seulement exception pour certaines valeurs de λ racines d'une transcendante entière. Quand f est positif (c'est le cas traité par M. Lindeberg), il n'y a pas de valeurs exceptionnelles de λ qui soient positives. Il est évident que $\lambda = 0$ est toujours une valeur exceptionnelle.

Nous avons dit plus haut que, avec des modifications convenables, la méthode est applicable à l'intégration d'une équation linéaire quelconque du type elliptique

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + a\frac{\partial V}{\partial x} + b\frac{\partial V}{\partial y} + cV = 0,$$

quand on se donne $\frac{dV}{dn}$ sur le contour.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcoolyse du beurre de coco.* Note de MM. **A. Haller** et **Youssoufian.**

La matière grasse du coco ou du coprah a fait l'objet de nombreux travaux depuis l'année 1815 où Trommsdorf publia le premier Mémoire sur cette matière.

L'importance qu'elle a prise, depuis quelques années, dans l'alimentation sous les noms les plus fantaisistes (végétaline, beurre végétal, lactine, lauréol, nucoline, palmine, etc.), dans la stéarinerie et dans la savonnerie, les difficultés que présente sa recherche dans le beurre et d'autres matières grasses naturelles qu'elle sert à sophistiquer, justifient l'intérêt et les travaux qu'elle a suscités.

Toutefois, malgré les multiples analyses qu'on en a faites (1), les auteurs ne sont

(1) On trouvera une bibliographie complète des travaux dont a été l'objet le beurre de coco, dans la thèse de doctorat de M. J.-J. Reijst, publiée chez E.-J. Brill, à Leyde.

pas encore complètement d'accord sur sa constitution. C'est ainsi qu'Ulzer (1) met en doute la présence de la palmitine dans cette matière grasse et que tout récemment M. J.-J. Reijst (2) conclut nettement à l'absence de cette même palmitine en même temps que de la stéarine.

Ajoutons que M. Lewkowitsch (3) admet au contraire, outre ces deux glycérides, ceux des acides caproïque, caprylique, caprique, laurique, myristique (ces deux derniers en assez grande quantité) et oléique.

Les quantités considérables de ce beurre qui nous arrivent en Europe et, partant, la facilité avec laquelle on peut se le procurer exempt de toute altération nous ont conduit à faire nos premiers essais d'alcoolyse sur ce produit.

La matière employée possédait les constantes suivantes :

Point de solidification	21° à 20°,5
Point de fusion	23° à 25°
Indice de saponification	242,1
Indice de Reichert-Meissel	6,5
Indice de Hehner	90,5
Indice d'iode	8,47

Ces constantes se rapprochent de celles observées sur la plupart des beurres de coco signalés dans la littérature chimique.

La matière grasse a été soumise à l'action des alcools méthylique et éthylique absolus, dans les conditions indiquées dans notre dernier Mémoire. Les agents catalyseurs employés étaient les acides chlorhydrique et phénylsulfonique dans la proportion de 2 pour 100 de l'alcool, au sein duquel nous opérions.

Les opérations ont été effectuées dans des bouteilles fermées, à la température du bain-marie, ou à une température de 35° environ, mais en ayant soin de soumettre le liquide à une agitation continue. Dans d'autres cas, nous avons opéré en vase ouvert, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant.

Le liquide n'a été soumis au traitement subséquent que lorsqu'il était complètement homogène.

Quand, après avoir précipité le mélange résultant de l'alcoolyse par de

---

(1) Ulzer, *Chem. Revue*, 1899, p. 203.

(2) Reijst, *Rev. des Trav. chim. des Pays-Bas*, t. XXV, 1906, p. 271.

(3) Lewkowitsch, *Chem. Technologie und Analyse der Oele, Fette und Wachse*, t. II, p. 327.

l'eau, on sépare les éthers-sels par simple décantation, on n'obtient point la quantité théorique de ces derniers, une partie restant toujours en dissolution dans l'eau et l'alcool. Pour obtenir la totalité des éthers, il vaut mieux épuiser la totalité de la masse à plusieurs reprises au moyen d'éther, dessécher la solution sur du chlorure de calcium qui retient l'alcool et l'eau, et distiller.

On obtient alors, après évaporation de l'éther, un poids d'éthers-sels équivalent au poids de corps gras employé, quand l'opération a été faite au sein de l'alcool méthylique, $3CH^3$ différant peu en poids de C^3H^5 dans l'équation

$$C^3H^5(OCOR)^3 + 3CH^3OH = C^3H^5(OH)^3 + 3RCOOCH^3.$$

La méthanolyse (¹) du beurre de coco, opérée sur 3^{kg} de matière grasse, nous a permis d'isoler nettement, par distillation fractionnée, les *caproate, caprylate, caprate, laurate, myristate, palmitate, stéarate* et *oléate de méthyle,* les termes en C^{16} et C^{18} en quantités relativement faibles, il est vrai (1 pour 100 environ), de faire l'analyse et de déterminer certaines constantes de ces différents éthers.

Bien que la plupart fussent connues avant nos recherches, nous croyons néanmoins devoir résumer dans un Tableau celles que nous avons observées :

Éthers méthyliques.	Point de fusion.	Point d'ébullition sous 15^{mm}.
Caproate	»	52°- 53°
Caprylate	— 40° à 41°	83
Caprate	— 18	114
Laurate	+ 5	141
Myristate	+ 18	167 -168
Palmitate	+ 28	196
Stéarate	+ 38	214 -215
Oléate	»	212 -213

Nous devons ajouter que l'indice d'iode de l'oléate (82,40 au lieu de 86,22) que nous avons obtenu, décèle encore la présence d'une petite quantité de stéarate qu'il est impossible de séparer par congélation.

(¹) Le mot alcoolyse étant réservé à l'action des alcools en général sur les composés susceptibles de se dédoubler en milieu alcoolique, nous emploierons les expressions de méthanolyse, éthanolyse, propanolyse, etc., dans les cas particuliers où l'on opérera en présence d'alcools méthylique, éthylique, propylique, etc.

Nous avons en vain cherché à isoler de l'éther butyrique dans le mélange, aussi pouvons-nous conclure que l'échantillon que nous avons soumis à l'étude ne renferme pas trace de butyrine.

Dans le but de nous assurer si des beurres de coco de provenance différente avaient la même composition que le produit commercial analysé, nous avons soumis au même traitement deux beurres que nous a obligeamment remis notre collègue, M. Rivals, de Marseille.

L'un avait été préparé avec du coprah de Malabar et l'autre était originaire de Manille.

Tous deux nous ont fourni les mêmes éthers et étaient également exempts de butyrine.

En résumé, les beurres de coco renferment bien les différents glycérides des acides gras saturés en C^6, C^8, C^{10}, C^{12}, C^{14}, C^{16}, C^{18} et de l'acide oléique, glycérides parmi lesquels la laurine et la myristine dominent.

ASTRONOMIE. — *Quelques remarques sur les observations des contacts dans les éclipses totales de Soleil.* Note de M. **Ch. André**.

La discussion des résultats de l'observation des contacts des bords de la Lune avec ceux du Soleil dans l'éclipse totale du 30 août 1905 conduit à quelques remarques intéressantes. Il convient d'ailleurs de traiter à part les contacts externes et les contacts internes.

I. *Contacts externes.* — Dans certaines stations, on les a observés par projection des images sur un écran: dans d'autres, l'observation a été faite directement.

Par projection, faite alors en toute sécurité et dans les conditions les plus voisines de la netteté géométrique. Cette observation paraît *a priori* devoir donner d'excellents résultats. Deux missions ont, à notre connaissance, employé ce mode d'observation : celle de MM. Stéphan et Borelly à Guelma et celle de MM. André et Guillaume à Roquetas, près Tortosa. Voici leurs résultats :

	Premier contact (T. m. de Guelma).	Deuxième contact.	
	h m s	h m s	
Stéphan.....	0.43.39,1	3.19.58,9	Télescope de $0^m,40$, réduit à $0^m,20$.
Borelly.....	0.43.39,1	3.19.59,1	Objectif de $0^m,09$.

	Premier contact (T. m. de Paris).	Deuxième contact.	
	h m s	h m s	
André (1).....	o. 4.55,8	2.44. 7,7	Objectif de $0^m,16$.
Guillaume (1)..	o. 4.55,3	2.44.12,1	

Ces nombres sont très concordants pour chacune des stations et ils semblent devoir donner des contacts exacts ; cependant, si on les compare à ceux calculés avec les éléments de la *Connaissance des Temps*, on a, pour la différence C — O du calcul et de l'observation, les valeurs suivantes :

	Premier contact.	Deuxième contact.
(C — O) à Guelma.....	+ $12^s,9$	+ $23^s,6$
(C — O) à Roquetas.....	+ $14^s,4$	+ $23^s,5$

Dans les deux stations et pour chaque contact l'observation est en avance sur le calcul ; mais, et c'est là le fait remarquable, cette avance n'est pas constante, elle est dans chacune d'elles sensiblement deux fois plus grande à la fin de l'éclipse qu'au commencement. Elle ne représente donc pas seulement la correction due aux petites erreurs subsistant encore dans les éléments adoptés pour la Lune ; à cette portion que, pour abréger, j'appellerai *correction théorique* il doit s'en ajouter une autre dépendant de l'observateur lui-même et aussi de l'ouverture libre employée, et ceci est facile à expliquer.

Observés par projection les contacts se présentent de la façon la plus simple (nous négligeons les ondulations du bord solaire) : à l'entrée, le bord du Soleil s'échancre géométriquement et le moment du contact est celui où commence l'échancrure ; à la sortie, le phénomène est symétrique sur l'autre bord et le moment du contact est celui où cesse l'échancrure. Dans le premier cas, on a donc à apprécier le commencement de l'obscurité sur une petite portion du bord solaire ; dans le second, c'est au contraire la cessation de cette obscurité qui préoccupe l'observateur.

Ce simple énoncé montre que, même pour les meilleurs observateurs, le premier contact sera indiqué en retard et le second trop tôt ; et sans que nous puissions l'affirmer il y a de grandes chances, étant donnée la symétrie des apparences, pour que le retard et l'avance soient peu différents l'un de l'autre : nous les supposerons égaux. Dès lors soit, en un certain lieu, Δt leur valeur commune, Δc la correction au temps calculé C avec les éléments adoptés, O l'instant observé, on aura en général

$$C + \Delta c - \Delta t = O, \qquad C - O = \Delta t - \Delta c;$$

or, à l'entrée Δt est positif tandis qu'il est négatif à la sortie. On a donc

(1) Ces nombres rectifient ceux publiés aux *Comptes rendus* (Vol. CXLI, p. 867), qui ont été altérés par une faute de transcription.

pour les deux cas (Δc étant évidemment le même)

$$(C - O)_e = \Delta t - \Delta c, \qquad (C - O)_s = - \Delta t - \Delta c.$$

La différence (C — O) n'est donc pas la même pour les deux contacts; elle varie du double de Δt qui est par suite égal à la demi-différence de ses valeurs; et, d'autre part, leur demi-somme donne la *correction théorique* aux heures des contacts : appliquons ces notions aux observations précédentes, nous aurons

Guelma.....	$\Delta t = 5^s,2$	$(C - O)_{th} = + 18^s,36$
Roquetas.....	$\Delta t = 4^s,5$	$(C - O)_{th} = + 18^s,95$

Comme on le voit, l'erreur d'observation dans les deux cas qui précèdent où les instruments ont des ouvertures suffisantes et peu différentes a sensiblement la même valeur et atteint 5^s.

Observation directe. — L'observation directe est évidemment moins simple, cependant le sens général des résultats obtenus est toujours le même. Malheureusement, dans les stations qui nous sont connues, ou bien on n'a observé qu'un seul contact, ou, si on a observé les deux comme à l'observatoire de l'Èbre, l'observateur déclare que le premier a été noté fort en retard, d'un intervalle qu'il lui est impossible d'estimer. On ne peut donc les faire servir à un calcul analogue au précédent.

II. *Contacts internes.* — Tous les observateurs qui ont été assez heureux pour voir la totalité l'ont observée directement. L'observation est alors souvent compliquée par les phénomènes lumineux extérieurs au disque du Soleil et il n'y a pas lieu d'employer le même mode de discussion; mais on peut se servir des résultats précédents pour apprécier sa précision. En effet, si aux heures calculées pour un lieu on ajoute la correction théorique, on aura l'heure exacte du contact, heure que nous comparerons ensuite à l'heure observée. Appliquons cette méthode à l'observation de Guelma et à celle faite par le R. P. Stein à l'Observatoire de l'Èbre (objectif de $0^m,16$ réduit à $0^m,025$) (1). Nous aurons :

	Premier contact intérieur.			*Deuxième contact intérieur.*		
	Théorique.	Obs.	(C — O).	Théorique.	Obs.	(C — O).
Guelma $(C - O)_{th} = 18^s,30$..	$2^h\ 3^m\ 26^s,70$	29,5	$-2^s,8$	$2^h\ 7^m\ 6^s,7$	2,0	$+4^s,7$
Obs. de l'Èbre $(C - O)_{th} = 19^s,00$..	$1^h 25^m 33^s,2$	34,1	$-0^s,9$	$1^h 28^m 23^s,5$	28,1	$-4^s,6$

(1) Notre station de Roquetas étant très voisine de l'Observatoire nous appliquons à celui-ci la même *correction théorique*.

Le premier contact a été observé en retard dans les deux stations, ce qui paraît être le cas normal, puisqu'il s'agit alors d'extinction de lumière. Mais pour le second contact, tandis qu'à Guelma on a observé en avance, ce qui paraît encore être le cas normal, à l'Observatoire de l'Ebre on a au contraire noté le contact en retard (1).

La conclusion principale à tirer de cette discussion est que la concordance la plus complète entre les heures observées en un même lieu pour le même contact par deux observateurs différents, telle qu'on la constate dans la très remarquable observation de MM. Stéphan et Borelly à Guelma et pour nous à Roquetas, ne prouve point que cette heure soit celle du contact réel. Il faut pour obtenir cette dernière lui ajouter une correction qui dépend de l'observateur et de l'ouverture libre employée.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'histoire du principe employé en Statique par Torricelli.* Note de M. **P. Duhem.**

En faisant hommage à l'Académie du tome II de notre Ouvrage sur *les Origines de la Statique*, nous voudrions signaler à sa bienveillante attention quelques-uns des points qui y sont traités.

La plus grande partie du Volume est consacrée à retracer l'histoire de ce principe dont Lagrange attribue l'invention à Torricelli : *Un système pesant est en équilibre lorsque tout dérangement virtuel de ce système obligerait le centre de gravité à s'élever.*

Pour retrouver la première source de ce principe, il faut remonter jusqu'à la théorie de la pesanteur soutenue par Aristote : Tout grave tend vers son lieu naturel, qui est le centre du monde; mais la totalité de ce grave ne pourrait se loger au centre du monde, qui n'est qu'un point; le grave demeurera donc en équilibre lorsqu'un certain point milieu (τὸ μέσον), qu'Aristote ne précise pas autrement, se trouvera au centre du monde (Aristote, Περὶ Οὐρανοῦ, B, ιδ). Simplicius, commentant ce passage, mentionne à ce sujet « les recherches *sur les centrobaryques* d'Archimède et de plusieurs autres ».

La question n'acquiert aucune précision nouvelle dans les écrits des commentateurs arabes, d'Albert le Grand et de saint Thomas d'Aquin.

(1) Il semble qu'on doive attribuer cette différence à la trop grande réduction de l'objectif du P. Stein.

Mais, au milieu du XIV^e^ siècle, un maître de l'Université de Paris, Albert de Helmstædt, dit Albert de Saxe, transforme ces indications en une doctrine formelle : En chaque corps grave, il existe un point qui en est le centre de gravité et qui tend à se placer au centre du monde; ou mieux, un grave détaché de la terre et le reste de la terre se meuvent jusqu'à ce que le centre de gravité de l'ensemble se trouve au centre du monde.

Cette doctrine, développée par Albert de Saxe en ses *Subtilissimæ quæstiones* sur la Physique et sur le *De Cœlo* d'Aristote, domine toutes les discussions relatives à la pesanteur qui se produisent au moyen âge et à l'époque de la Renaissance. La révolution Copernicaine y apporta une modification; les partisans de Copernic admirent que tout fragment d'un astre possède une gravité particulière et qu'il tend à mettre son centre particulier de gravité en un point spécial à cet astre ; c'est sous cette forme nouvelle que la théorie d'Albert de Saxe était admise par Galilée. La modification apportée à cette doctrine par Copernic était fort importante pour la Mécanique céleste ; elle ne tirait guère à conséquences pour la Statique.

La terre est en repos lorsque son centre de gravité se trouve au centre du monde ; cette proposition doit-elle s'entendre de l'agrégat de la terre et de l'eau ou seulement de la terre ferme ? Après quelque hésitation, Albert de Saxe s'était déclaré en faveur de la seconde opinion, mais sans mettre fin au débat qui dura jusqu'au début du XVII^e^ siècle. La théorie de la pesanteur donnée par Albert de Saxe se trouve ainsi intimement liée aux discussions sur la figure de la terre et des mers qui se produisirent entre les années 1360 et 1600 ; nous avons été amené de la sorte à retracer l'histoire de ces discussions.

Les écrits d'Albert de Saxe ont été très profondément étudiés par Léonard de Vinci ; la théorie de la pesanteur du maître de l'Université de Paris a suggéré au grand artiste le théorème du *polygone de sustentation*, dont il fait grand usage en son Traité de la peinture.

Les recherches de Léonard sur les propriétés statiques du centre de gravité ont été certainement plagiées au XVI^e^ siècle; en particulier, les *théorèmes* insérés en 1604 par le P. J.-B. Villalpand dans son Commentaire sur la vision d'Ezéchiel doivent être regardés comme une sorte de paraphrase d'un traité du Vinci; il en est de même de nombreux passages des *Exercices* sur les questions mécaniques d'Aristote, de Bernardino Baldi; c'est par ces écrits que le théorème sur le polygone de sustentation est venu à la connaissance des mécaniciens.

C'est dans la seconde édition, publiée en 1554, de ses XXI livres *Sur la*

subtilité que Jérôme Cardan, voulant rendre compte de l'équilibre d'un seau suspendu d'une manière étrange, suppose pour un instant que ce seau tombe et ajoute : « Igitur centrum gravitatis elongatum est a centro terræ sponte, igitur motu naturali grave ascendit, quod esse non potest. Non igitur situla descendit... ». Nous trouvons là le premier germe du principe qui sera invoqué par Torricelli.

Chose curieuse : le cas d'équilibre que Cardan prétend expliquer par ce raisonnement est absurde ; mais nous y reconnaissons sans peine la déformation d'un cas d'équilibre paradoxal imaginé par Léonard de Vinci. L'équilibre absurde décrit par Cardan est reproduit par Mersenne en sa *Synopsis mathematica*, publiée en 1626; il y est précédé d'un autre cas d'équilibre, sensé celui-là ; or, dans les manuscrits de Léonard de Vinci, ce second cas d'équilibre se trouve également décrit, immédiatement avant celui dont Cardan et Mersenne ont reproduit la déformation. On est amené ainsi à penser que Cardan et Mersenne ont eu en main un écrit copié, et mal copié, sur un traité de Léonard. C'est donc à celui-ci qu'il faudrait attribuer la première invention du principe auquel Torricelli donnera sa forme définitive.

Ce principe, Galilée le formule nettement au *Scholium generale* qu'il adressa le 3 décembre 1639 au P. Benedetto Castelli et qui, à partir de la seconde édition des *Discorsi*, prit place en la troisième journée. Galilée l'énonce ainsi : « Il est impossible qu'un grave ou qu'un ensemble de graves se meuve naturellement en s'écartant du centre commun vers lequel conspirent toutes les choses graves ; partant, il est impossible qu'il se meuve spontanément si, par suite du mouvement pris, son propre centre de gravité ne gagne pas en voisinage par rapport au susdit centre commun. »

On voit que Galilée rattache très nettement ce principe à la doctrine d'Albert de Saxe, à peine modifiée par Copernic. Or cette doctrine suppose que le point d'application de la résultante des poids des diverses parties d'un corps est un point (*centre de gravité*) qui demeure fixe dans ce corps lorsque ce corps s'approche du centre commun des graves, et même s'il applique ce centre de gravité au centre commun des graves.

La Mécanique eut très grand'peine à se débarrasser de cette notion fausse de centre de gravité ; elle y parvint à la suite d'une discussion provoquée par la *Géostatique* de Jean de Beaugrand, et à laquelle prirent part Beaugrand et Fermat d'un côté, Etienne Pascal, Roberval et Descartes de

l'autre. Beaugrand et Fermat tiraient tous leurs principes de la doctrine d'Albert de Saxe ; leurs adversaires leur prouvaient que ces principes étaient en contradiction avec ceux de la saine Mécaniqne.

Le P. Castelli avait eu commerce avec Beaugrand et avait retrouvé de son côté les théorèmes étranges de Fermat ; Torricelli, son élève, dut connaître par lui les diverses phases de la querelle sur la Géostatique ; toujours est-il qu'il usa sans cesse de la notion de centre de gravité sous une forme absolument correcte et qu'il donna cette même forme correcte au principe de Statique qui porte habituellement son nom.

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier dans les *Annaes scientificos da Academia polytechnica de Porto* (1906, p. 201 à 228) sous ce titre : *Centre de gravité du temps de parcours*.

Si l'on imagine un mobile doué d'un pouvoir émissif proportionnel au temps, il laissera le long de sa trajectoire une imprégnation variable en raison inverse de sa vitesse. Cette courbe deviendra par là un système matériel dont on peut chercher le centre de gravité. L'émanation s'accumulant sur chaque élément proportionnellement au temps employé à le franchir, on peut lui donner pour mesure ce temps lui-même ; d'où le titre de ce travail.

Mais ce point de vue se généralise ensuite et, au lieu de l'inverse de la vitesse, on peut adopter comme densité tout autre élément de dynamique générale que l'on voudra choisir, par exemple la pression sur la trajectoire, la force centripète, la force tangentielle, etc. Cette dernière notamment introduit le centre de gravité de l'énergie acquise ou perdue en cours de route à chaque instant.

Ce travail renferme quelques théories générales et des exemples dont quelques-uns, par la simplicité de leurs résultats, pourraient sans doute trouver place dans l'enseignement.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Perfectionnement apporté à l'eudiomètre : sa transformation en grisoumètre. Recherche et dosage du formène et de l'oxyde de carbone*, par M. **Nestor Gréhant**.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences l'eudiomètre à eau que j'ai perfectionné de la manière suivante :

La cloche graduée divisée en centimètres cubes, en cinquièmes ou en dixièmes, est fixée par un support nouveau à tige carrée portant à la partie inférieure un bouchon de caoutchouc traversé par deux fils de cuivre isolés, terminés par une anse de platine (inflammateur du professeur Coquillion); à la partie supérieure on fixe à l'aide de vis un curseur pourvu d'une cupule hémisphérique doublée de caoutchouc qui applique fortement la cloche eudiométrique sur la base de caoutchouc : dans ces conditions, jamais les gaz ne peuvent s'échapper par le bas de la cloche.

L'expérience montre qu'il faut envelopper l'eudiomètre d'un ou de deux bocaux cylindriques pleins d'eau destinés à retenir les fragments de verre, en cas d'explosion.

Essai de l'hydrogène. — Dans une cloche de 50^{cm^3} j'introduis 20^{cm^3} d'hydrogène provenant de l'appareil de Kipp et j'ajoute de l'oxygène et de l'air pour faire 46^{cm^3}; je fais passer un courant d'accumulateurs qui rougit le fil de platine et j'obtiens une réduction de $30^{cm^3},4$ dont les $\frac{2}{3}$ sont égaux à 20,26; nous avons donc de l'hydrogène absolument pur.

Mélanges titrés de formène et d'air. — 1° Je compose un mélange d'air et de formène à 6 pour 100, la proportion la plus petite s'enflammant avec détonation, d'après les travaux classiques de Mallard et de M. Le Chatelier; je fais passer une fois le courant, j'observe une flamme sans bruit et j'obtiens, après absorption de l'acide carbonique, une réduction totale correspondant à 5,5 pour 100 de formène : la combustion est incomplète, je transforme mon eudiomètre en grisoumètre, en faisant passer deux cents fois le courant et j'obtiens une nouvelle réduction dont le tiers me donne un nouveau volume de formène; je retrouve 5,9 pour 100 de formène au lieu de 6.

2° Je compose un mélange à 5 pour 100 de formène, d'air et d'oxygène, un seul passage du courant ne produit pas de flamme, mais une faible

réduction, indice de la présence d'un gaz combustible; dans une cloche de 50^{cm^3}, il est nécessaire de faire passer le courant six cents fois pour obtenir une réduction correspondant à 4,8 pour 100 de formène, c'est-à-dire un chiffre très voisin de 5 pour 100.

3° Dans un mélange à 1 pour 100 de formène et d'air, un seul passage du courant ne donne pas de réduction, mais 600 passages du courant ont donné $0^{cm^3},9$ de formène.

Il est évident que la présence d'un centième de grisou dans l'atmosphère d'une mine de houille ne présente aucun inconvénient; il n'en est pas de même lorsque la proportion atteint 5 pour 100 et s'approche du chiffre dangereux 6 pour 100.

Dans la pratique, je conseille l'emploi de petites cloches de 20^{cm^3} divisées en cinquièmes; pour un mélange à 1 pour 100 de formène, 200 passages du courant suffisent pour un dosage exact; 200 passages de plus ne donnent qu'une réduction supplémentaire de $0^{cm^3},1$ et l'on obtient le chiffre 0,92 au lieu de 1 pour 100.

Dosage physiologique par l'eudiomètre de traces d'oxyde de carbone. — J'ai fait une nouvelle application de mon eudiomètre à l'étude qui n'est pas encore terminée de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone : des expérimentateurs et des hygiénistes affirment que ce gaz, même à la dose infinitésimale de $\frac{1}{100\,000}$, peut amener des accidents graves chez l'homme; pour contrôler cette opinion, j'ai eu recours à une série d'expériences comparatives que je ne cesse de faire selon la méthode instituée par mon illustre maître Claude Bernard : elles ont consisté à faire respirer à une série de rongeurs (lapins), animaux bien comparables, des mélanges titrés d'oxyde de carbone et d'air égaux à $\frac{1}{5000}$ et à $\frac{1}{10\,000}$ et cela sur trois animaux différents pendant 1 heure, 5 heures et 9 heures; le meilleur réactif absorbant de l'oxyde de carbone est l'hémoglobine; j'ai donc extrait les gaz du sang additionné d'acide phosphorique trihydraté dans le vide de la pompe à mercure et j'ai obtenu les résultats suivants :

100^{cm^3} de sang contiennent en centimètres cubes d'oxyde de carbone :

	Mélange à $\frac{1}{5000}$.	Mélange à $\frac{1}{10000}$.
	cm^3	cm^3
Au bout de 1 heure.....	2,2	1,12
» de 5 heures.....	3,1	1,42
» de 9 heures.....	3,1	1,43

Ces résultats ont la plus grande importance : ils démontrent que, pour de faibles proportions d'oxyde de carbone, les chiffres du gaz absorbé par le sang

au bout de 5 heures et de 9 heures deviennent invariables : il existe donc dans la courbe des résultats obtenus un plateau comme celui que j'ai découvert dans mes recherches sur l'empoisonnement par l'alcool.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Aimé Bonplan, médecin et naturaliste, explorateur de l'Amérique du Sud, sa vie, son œuvre, sa correspondance,* avec un choix de pièces relatives à sa biographie, un portrait et une carte, par le Dr E.-T. Hamy, Membre de l'Institut. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

2° *Études géologiques dans le nord de Madagascar. Contributions à l'histoire géologique de l'Océan indien,* par Paul Lemoine (Présenté par M. de Lapparent.)

3° Une brochure intitulée : *Nuova analisi del trattato delle coniche di Gérard Desargues, e cenni su J.-B. Chauveau,* per Federico Amodeo. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

4° Une *Notice sur l'Institut aérodynamique de Koutchino,* par M. Riabouchinsky et le fascicule I du *Bulletin* de cet Institut.

ASTRONOMIE. — *Détermination des coordonnées géographiques de Tortosa et du nouvel Observatoire del Ebro.* Note de M. **R. Cirera**, présentée par M. Bigourdan.

Nous avons déterminé les coordonnées de cet Observatoire par deux méthodes :

1° Par différence, relativement à la cathédrale de Tortosa;

2° Au moyen d'observations directes.

La position géographique de la cathédrale de Tortosa avait été déterminée lors de la célèbre triangulation exécutée pour la mesure de la méridienne de France.

Jusqu'à 1895 inclusivement, la *Connaissance des Temps* a donné les valeurs suivantes :

Tortosa-Cathédrale.	Latitude Nord.....	40° 48′ 46″
	Longitude Ouest de Paris....	$0^h 7^m 9^s$

Nous avons déterminé la différence de longitude et de latitude entre l'Observatoire et la cathédrale par une triangulation et à l'aide de l'azimut du clocher de Roquetas. Le petit théodolite employé donne la minute d'arc; les lectures furent faites successivement avec grand soin par trois observateurs. On trouva ainsi l'Observatoire à 22″,5 au nord de la cathédrale et 1′43″,5 ou 6ˢ,90 à l'ouest.

Plus tard la même différence a été déterminée avec des précautions plus grandes et en employant un grand théodolite. Elle fut exécutée par le P. Ubach avec un théodolite de première classe de Repsold : il trouva 23″,3 et 6ˢ,98. La moyenne des deux déterminations ainsi faites donne donc 22″,9 et 6ˢ,94. En appliquant ce résultat aux coordonnées de la cathédrale, nous obtenons :

Observatoire de l'Èbre.	Latitude Nord.....	40°49′8″,9
	Longitude Est de Greenwich...	0ʰ2ᵐ5ˢ,06

Avant l'éclipse de Soleil de 1905 nous avons reçu l'intéressant travail publié par la Direction générale de l'Institut géographique, sous le titre : *Coordenadas geográficas de puntos comprendidos en la zona de totalidad del Eclipse de Sol de* 30 *de Agosto de* 1905, dans lequel nous avons trouvé trois points géodésiques situés en vue de l'Observatoire, dont deux sont de premier ordre. Ces points offraient un moyen exact pour déterminer les coordonnées de l'Observatoire.

Pour mesurer les angles à l'Observatoire, formés par les trois directions des points Montsiá, Gordo et Espina, nous disposions à cette époque d'un théodolite, dont le vernier donnait le sixième de minute. Les PP. Stein et Balcells firent séparément les lectures des angles et les répétaient. Aux valeurs ainsi trouvées le P. Stein appliqua la méthode des moindres carrés, en tenant compte de l'aplatissement de la Terre; après le calcul il trouva pour le pilier qui portait le théodolite :

Pilier du théodolite..	Latitude.....	40°49′13″,38
	Longitude Est de Madrid.....	4°10′49″,67

et pour le pilier du cercle méridien auquel nous rapportons les coordonnées de l'Observatoire :

Pilier du Cercle méridien.	Latitude.....	40°49′13″,24
	Longitude Est de Madrid...	4°10′50″,12

Cette longitude réduite à Greenwich et exprimée en temps nous donne :

$$0^h\,1^m\,58^s,2 \text{ Est de Greenwich;}$$

résultat inférieur à celui que nous avions obtenu au moyen de la longitude de la cathédrale de Tortosa.

Par bonheur un autre moyen nous fut offert pour déterminer la longitude de l'Observatoire : le Gouvernement espagnol eut l'heureuse idée de communiquer télégraphiquement l'heure à divers points où l'on observait l'éclipse, en les reliant directement à l'Observatoire de Madrid. L'un de ces points fut notre observatoire : la station télégraphique y fut installée près de l'une des pendules astronomiques. L'observation fut répétée plusieurs jours en supposant connue l'heure de notre observatoire, et les moyennes de 8 jours avant l'éclipse et de 8 jours après nous ont donné successivement

Longitude Est de Madrid..... $0^h16^m43^s,80$ et $0^h16^m43^s,89$;

les résultats sont, comme on voit, bien d'accord entre eux et donnent par rapport à Greenwich :

$0^h1^m58^s,71$ Longitude Est.

Ce résultat s'écarte du précédent de $0^s,5$, différence que l'on pourrait attribuer, au moins en partie, au retard des signaux télégraphiques : nous sommes en effet à l'est de Madrid.

Toutefois, on répéta la détermination des coordonnées de l'Observatoire par le moyen des trois points géodésiques, Espina, Gordo et Montsià, d'après la méthode employée précédemment. Le P. Ubach se chargea de cette nouvelle détermination, à l'aide d'un théodolite de première classe de Repsold, marque D, propriété de l'Institut géographique de Madrid, et qui permettait d'apprécier directement les 2″.

Il fit 40 lectures d'angles qui donnèrent :

Pilier du Cercle méridien....	Latitude Nord.....	$40°49'13'',42$
	Longitude Est de Madrid.....	$4°10'50'',12$

Cet accord parfait avec les mesures antérieures, joint au résultat obtenu par la télégraphie, nous fait adopter pour l'Observatoire la longitude de $0^h1^m58^s,5$ Est de Greenwich.

Pour la latitude, le P. Stein appliqua la méthode Horrebow-Talcott qui, outre sa grande précision, offre l'avantage d'être indépendante de la graduation du cercle; il prit cinq paires d'étoiles dans la *Connaissance des Temps* et avec la moyenne de 30 déterminations trouva :

Latitude Nord..... $40°49'14'',51$

valeur qui diffère de 1″,09 de la valeur trouvée au moyen des points géodésiques.

Nous adoptons la moyenne des valeurs obtenues par la méthode Talcott et par les points géodésiques, c'est-à-dire

Latitude Nord..... $40°49'14''$

de sorte qu'on a comme résultat final pour les coordonnées de l'Observatoire de l'Ebre :

Pilier du Cercle méridien.....	Latitude Nord.....	40°49′14″
	Longitude Ouest de Paris.....	$0^h 7^m 22^s,5$
	Longitude Est de Greenwich.....	$0^h 1^m 58^s,5$

Il semble donc certain que les coordonnées de la cathédrale de Tortosa données autrefois par la *Connaissance des Temps* sont affectées d'une erreur de quelque importance.

En les déduisant de celles de l'Observatoire de l'Ebre, nous aurons :

Tortosa (Cathédrale).....	Latitude Nord.....	40°48′51″
	Longitude Ouest de Paris.....	$0^h 7^m 15^s,6$
	Longitude Est de Greenwich.....	$0^h 2^m 5^s,4$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes qui admettent un groupe d'ordre pair de transformations de contact.* Note de M. **J. Clairin.**

J'ai démontré antérieurement un théorème relatif aux transformations de certaines équations aux dérivées partielles de second ordre (¹), je me propose de le généraliser.

Soit

$$r + f(x, y, z, p, q, s, t) = 0 \tag{1}$$

une équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes écrite avec les notations de Monge; pour représenter les dérivées de z d'ordre supérieur au second nous poserons

$$p_{i,k} = \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \partial y^k};$$

en dérivant le premier membre de (1) un nombre suffisant de fois nous pourrons exprimer toutes les dérivées de z en fonction de celles dont le premier indice est inférieur ou égal à l'unité.

Imaginons que l'équation (1) admette un groupe d'ordre $2n$ de trans-

(¹) *Comptes rendus*, 12 mai 1902; *Bulletin de la Société mathématique*, t. XXX, p. 100.

formations de contact, que nous désignerons par (G), n étant un nombre entier. Prolongeons le groupe (G) en remplaçant par leurs expressions toutes les dérivées dont le premier indice est au moins égal à deux et formons le système des équations aux dérivées partielles auxquelles satisfont les invariants différentiels d'ordre n de (G); le nombre de ces équations est $2n$ et celui des variables qui y figurent est $2n+3$, il existe donc trois invariants différentiels distincts. Posons

$$(2)\qquad \begin{cases} x' = f_1(x, y, z, p, q, s, t, p_{12}, p_{03}, \ldots, p_{0n}), \\ y' = f_2(x, y, z, p, q, s, t, p_{12}, p_{03}, \ldots, p_{0n}), \\ z' = f_3(x, y, z, p, q, s, t, p_{12}, p_{03}, \ldots, p_{0n}), \end{cases}$$

f_1, f_2, f_3 désignant ces trois invariants; nous allons montrer que z' considérée comme une fonction de x' et y' satisfait à une équation aux dérivées partielles du second ordre.

On obtient les expressions des dérivées des deux premiers ordres de z' à l'aide des équations

$$\begin{aligned} dz' - p'\,dx' - q'\,dy' &= 0, \\ dp' - r'\,dx' - s'\,dy' &= 0, \\ dq' - s'\,dx' - t'\,dy' &= 0, \end{aligned}$$

où l'on remplace dx', dy', dz' respectivement par df_1, df_2, df_3, : p' et q' sont des invariants différentiels d'ordre $n+1$, r', s', t' des invariants différentiels d'ordre $n+2$; nous avons donc huit invariants x', y', z', p', q', r', s', t'. D'autre part, il ne peut y avoir que sept invariants distincts dont l'ordre ne dépasse pas $n+2$; par conséquent, il existe une relation

$$\mathrm{F}(x', y', z', p', q', r', s', t') = 0$$

entre les invariants obtenus, c'est-à-dire que z' est une fonction de x' et y' qui satisfait à une équation de l'espèce annoncée. On voit facilement que cette dernière équation est une équation de Monge-Ampère.

Dans les Notes citées plus haut, le nombre n était supposé égal à un; il peut du reste arriver que la transformation définie par les équations (2) équivaille à plusieurs des transformations que j'avais déjà signalées. Par exemple, étant donnée l'équation

$$r + s\varphi\left(x, y, \frac{s}{t}\right) = 0,$$

il revient au même de prendre $\frac{s}{t}$ pour nouvelle fonction inconnue ou de poser successivement

$$z' = q, \qquad z'' = \frac{p'}{q'}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations différentielles.* Note de M. **J. Le Roux**, présentée par M. Émile Picard.

Dans la théorie des équations différentielles ordinaires la méthode d'intégration d'Euler, qui consiste dans la recherche d'un facteur intégrant et celle de Lie, basée sur la théorie des groupes de transformations, appartiennent à des points de vue bien différents. Nous allons montrer qu'il existe néanmoins entre elles une étroite relation. Le rapprochement des deux théories n'a pas seulement pour effet de les simplifier toutes deux : il fournit, en outre, les bases d'une méthode générale uniforme, d'un caractère élémentaire, pour l'étude des équations différentielles. Les propriétés si simples des équations linéaires s'étendent naturellement et presque sans efforts aux systèmes les plus généraux.

Soit

$$(1) \qquad y^{(n)} + f(x, y, y', \ldots, y^{(n-1)}) = 0$$

une équation différentielle d'ordre n. La méthode d'Euler consiste, comme l'on sait, à chercher un facteur intégrant $\varphi(x, y, y', \ldots, y^{(n-1)})$, tel que le produit

$$\varphi(y^{(n)} + f)$$

soit la dérivée totale d'une fonction $\theta(x, y, y', \ldots, y^{(n-1)})$. La fonction inconnue φ doit vérifier l'équation aux dérivées partielles

$$(2) \qquad \mathrm{X}^{(n)}(\varphi) - \mathrm{X}^{(n-1)}\left(\varphi \frac{\partial f}{\partial y^{(n-1)}}\right) + \mathrm{X}^{(n-2)}\left(\varphi \frac{\partial f}{\partial y^{(n-2)}}\right) + \ldots = 0,$$

où l'on a posé

$$\mathrm{X}(\varphi) = \frac{\partial \varphi}{\partial x} + y' \frac{\partial \varphi}{\partial y} + y'' \frac{\partial \varphi}{\partial y'} + \ldots + y^{(n-1)} \frac{\partial \varphi}{\partial y^{(n-2)}} - f \frac{\partial \varphi}{\partial y^{(n-1)}},$$
$$\mathrm{X}^2(\varphi) = \mathrm{X}[\mathrm{X}(\varphi)], \qquad \ldots.$$

D'autre part, j'ai montré (*Travaux scientifiques de l'Université de Rennes,*

t. IV, p. 244) qu'à toute transformation infinitésimale conservant l'équation (1) on peut faire correspondre une *fonction génératrice* ou caractéristique

$$u(x, y, y', y'', \ldots, y^{(n-1)}),$$

solution de l'équation aux dérivées partielles

$$(3) \qquad X^{(n)}(u) + \frac{df}{dy^{(n-1)}} X^{(n-1)}(u) + \frac{df}{dy^{(n-2)}} X^{(n-2)}(u) + \ldots = 0.$$

La comparaison des équations (2) et (3) conduit à généraliser la notion de l'équation adjointe de Lagrange. La relation entre les deux équations est en effet absolument semblable à celle qui existe entre deux équations linéaires et homogènes adjointes l'une de l'autre. La seule différence consiste dans le remplacement du symbole $\frac{d}{dx}$ par le symbole X.

L'intégrale générale de l'équation (3) peut s'exprimer à l'aide d'un *système fondamental* de solutions particulières, $u_1, u_2, \ldots, u_n$, par la formule

$$u = \mu_1 u_1 + \mu_2 u_2 + \ldots + \mu_n u_n,$$

où les coefficients μ sont des intégrales de l'équation

$$(4) \qquad X(\mu) = 0$$

(ces intégrales remplacent les constantes de la théorie des équations linéaires).

A tout système fondamental de solutions de l'équation (3) correspond un système fondamental de solutions de l'équation adjointe (2). On le calcule exactement comme pour les équations linéaires à part la différence de notation signalée plus haut.

Si l'on connaît un groupe transitif de transformations infinitésimales des intégrales de (1) on en déduit d'abord, sans intégration, un système fondamental d'intégrales de l'équation (3), ce qui permet de calculer ensuite le système fondamental correspondant de l'équation (2). La méthode d'Euler permet alors d'achever l'intégration de l'équation (1) par de simples quadratures.

Lorsque l'équation proposée est linéaire, il existe un groupe transitif de transformations infinitésimales dont les fonctions caractéristiques dépendent seulement de la variable indépendante. C'est à la considération de ce groupe que se réduit en réalité la théorie élémentaire.

Les brèves indications qui précèdent suffisent pour faire ressortir le caractère de notre méthode. On voit par quel étroit lien elle se rattache aux travaux de Lie, aux méthodes d'Euler, Jacobi et Lagrange. Ajoutons aussi que l'équation (3), comme je l'ai signalé ailleurs, se déduit par une simple transformation de l'équation auxiliaire de M. Darboux (équation aux variations de M. Poincaré).

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité électrique du sélénium.* Note de M. **Maurice Coste**, présentée par M. G. Lippmann.

Les changements d'état que subit le sélénium sous l'influence de la chaleur, de la lumière ou de la pression, peuvent être mis en évidence par la mesure de sa conductibilité. Quand le changement s'effectuera rapidement, un thermomètre plongé dans une masse de sélénium pourra nous l'indiquer aussi. La thermochimie nous a fourni également des données précises.

Exposant une lame de sélénium à l'action d'une lampe à incandescence de $10^{\text{bougies}}_{\text{i}},4$, à 1^{m} de distance, pendant 5 secondes, la résistance initiale de 750000 ohms se trouve réduite à 425000 ohms. Le retour à l'état initial s'effectue lentement. Au bout de 10 secondes, la résistance est de 565000 ohms, de 30 secondes 620000, de 1 minute 680000, de 9 minutes 690000. Le retour à la valeur initiale n'est obtenu qu'au bout de 20 minutes.

Pour une exposition à la lumière de 1 minute, la résistance est sensiblement réduite de moitié, mais le retour à la valeur initiale exigera 3 heures 30 minutes.

Une exposition beaucoup plus longue à la lumière diminuerait encore la résistance, mais d'une petite fraction. L'action de la lumière produit donc une modification rapide; le retour à l'obscurité s'effectue lentement.

Chauffons du sélénium vitreux, il se transformera avec dégagement de chaleur. Cette transformation s'effectue avec une vitesse qui va en croissant avec la température.

La conductibilité du sélénium augmente jusqu'à 174°. Par refroidissement, la conductibilité du sélénium tend à reprendre la même valeur à la même température, mais très lentement. Du sélénium porté à 132° ne pourra reprendre, à 71°, la conductibilité qu'il possédait à cette même température que 14 heures après.

Sous l'influence de la chaleur, nous avons donc également deux transformations en sens inverse : l'une rapide quand la température s'élève, l'autre très lente quand la température s'abaisse.

De ce fait, le sélénium présentera en général une conductibilité résiduelle considérable. Il tend à prendre son état d'équilibre à une température donnée, avec une vitesse dépendant de cette température. Chauffons un échantillon de sélénium transformé : sous l'influence d'une élévation de température, nous produisons une augmentation de conductibilité, mais nous augmentons en même temps la vitesse de transformation résiduelle, le retour à l'équilibre. Un échantillon qui présentait à 17° une résistance de 32500 ohms n'en présente plus que 29700 à 24°, minimum; la résistance augmente ensuite jusqu'à 40000 ohms à 51°, pour décroître lentement jusqu'à 32000 à 95°. (Durée de l'expérience : 1 heure.)

Au-dessus de 174° la conductibilité du sélénium diminue. A 200°, par exemple, nous pouvons constater que la diminution très rapide d'abord, s'atténue ensuite. Elle ne paraissait pas complètement terminée trois heures et demie après. Par refroidissement rapide du sélénium fondu nous éviterons en grande partie la transformation inverse : nous obtenons le sélénium vitreux.

Au point de vue de la conductibilité électrique, la lumière produit sur le sélénium le même effet qu'une élévation de température. Un échantillon de sélénium possédant une grande conductibilité résiduelle est insensible à l'action de la lumière. Il sera sensible si cette conductibilité résiduelle est faible. La sensibilité du sélénium aux différentes températures dépend à la fois de cette conductibilité résiduelle et de l'intensité lumineuse. Avec un échantillon très résistant et pour lequel une lampe à incandescence de 37,5 bougies à $1^{mm},25$ produisait une variation de 70 pour 100 de la résistance totale, cet échantillon devenait insensible à la température de 100°. Ceci représente le résumé de nombreuses observations pendant lesquelles 2000 mesures ont été effectuées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un mode de préparation de l'acide hypovanadique hydraté.* Note de M. **Gustave Gain**, présentée par M. Alfred Ditte.

Jusqu'ici il avait été difficile d'obtenir l'acide hypovanadique hydraté; j'ai pu, en opérant de la façon suivante, le préparer en assez grande quantité.

Pour cela, on peut partir du métavanadate d'ammoniaque, qu'on calcine dans un creuset à température relativement basse, ne dépassant pas le rouge sombre. Le vanadate d'ammoniaque se trouve ainsi transformé, en une poudre bleu foncé, qui est un mélange de V^2O^3 et de V^2O^4.

Cette poudre est placée dans un ballon bouchant à l'émeri, au contact d'une dissolution saturée, dans l'eau bouillie, d'anhydride sulfureux. On

agite de temps en temps la dissolution; au bout de quelques jours, elle prend une belle coloration bleu d'azur et la poudre bleu foncé se transforme en partie en une poudre bleue très claire, formée de fines aiguilles soyeuses très déliées qui constituent un sulfite de V^2O^4 dont j'ai fait l'analyse qui m'a donné les résultats ci-dessous :

					Pour 100.	
Matière.....	219					
V^2O^5.....	113	d'où	V^2O^4....	103,05	47,05	1
SO^4Ba.....	225	l'on déduit	SO^2.....	61,65	28,15	1,5
H^2O.....		par différence	H^2O.....	54,30	24,79	4,9
					99,99	

d'où l'on peut conclure pour la formule de ce sulfite $2V^2O^4, 3SO^2.10H^2O$.

J'ai prélevé ensuite une certaine quantité de liqueur bleu d'azur, environ 150^{cm^3}, que j'ai chauffée doucement dans un ballon, jusqu'au voisinage de l'ébullition.

On voit d'abord la liqueur perdre de l'anhydride sulfureux, en même temps que sa couleur devient vert de plus en plus foncé, enfin le dégagement de gaz sulfureux cesse et la liqueur se trouble légèrement en déposant une poudre cristalline très fine. Au moment où apparaît le dépôt cristallin, j'ai prélevé une certaine quantité de liqueur que j'ai analysée et j'ai trouvé qu'elle contenait un sulfite en dissolution répondant à la formule : $V^2O^4, 2SO^2 nH^2O$; c'est ce sulfite qui se décompose par la chaleur en perdant du SO^2 au moment du dépôt de la poudre cristalline; cette poudre s'attache très fortement aux parois du ballon. Aussi faut-il pendant sa formation prendre les plus grandes précautions et agiter souvent le ballon, car des soubresauts très violents et des projections de liquide se produisent constamment.

L'ébullition se prolongeant, le dépôt cristallin va en augmentant; après une nuit de refroidissement très lent, il a considérablement augmenté. La dissolution est alors filtrée et les cristaux mis à sécher sur de la porcelaine dégourdie.

Quand ils sont secs, ils constituent une belle *poudre rose cristalline* qui donne à l'analyse :

					Pour 100.		
Matière....	283						
V^2O^5.....	256	ou	V^2O^4....	233	82,33	1	1
H^2O.....	par différence		H^2O....	50	17,66	1,97	2
					99,99		

Corps auquel on peut attribuer la formule $V^2O^4, 2H^2O$.

J'ai préparé cet acide hypovanadique hydraté de nombreuses fois, l'analyse m'a toujours donné le même résultat.

Dans cet acide, V^2O^4 est dosé à l'état d'acide vanadique en évaporant lentement la liqueur en présence d'acide azotique et en calcinant le résidu. Je pèse ainsi directement V^2O^5.

En partant de cet hydrate, j'ai pu obtenir un certain nombre de sels d'acide hypovanadique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche des éléments qui produisent la phosphorescence dans les minéraux. Cas de la chlorophane, variété de fluorine.* Note de M. G. URBAIN, présentée par M. Haller.

Dans une série de Notes antérieures, j'ai décrit complètement la plupart des phosphorescences que l'on peut observer en soumettant à l'action des rayons cathodiques des mélanges convenables de chaux pure avec les oxydes purs des différentes terres rares.

Ce mode d'observation est d'une remarquable sensibilité. Il permet de déceler et de caractériser avec certitude des traces de corps qui pourraient passer inaperçues par tout autre mode d'investigation.

Il m'a semblé intéressant d'appliquer cette méthode à la recherche des éléments qui rendent phosphorescentes certaines espèces minéralogiques et, en particulier, quelques fluorines qui manifestent cette propriété à un haut degré.

La phosphorescence des fluorines a été déjà l'objet d'un grand nombre de travaux; mais la plupart ont pour seul but l'étude physique du phénomène. Ses origines chimiques n'ont été jusqu'ici qu'un champ d'hypothèses qui n'ont jamais été abordées expérimentalement. Ce travail comblera cette lacune en ce qui concerne la plus remarquable des variétés de fluorines phosphorescentes : la chlorophane.

M. Lacroix, auquel je suis heureux d'adresser ici mes remerciements, a bien voulu me confier un échantillon de cette variété rare. Cette fluorine émet, quand on la chauffe, une belle lumière blanc verdâtre dont le spectre a été approximativement décrit par M. H. Becquerel (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 557).

Dans le vide cathodique, la phosphorescence de cette substance est remarquable et se prête aisément aux observations.

L'aspect des bandes spectrales me fit supposer que la phosphorescence de la chlorophane devait être attribuée à des terres rares. J'ai pu m'en convaincre et l'établir en toute rigueur par l'analyse et par la synthèse.

Analyse. — La méthode d'analyse a consisté à transformer le fluorure en oxyde. J'ai pu comparer et identifier le spectre cathodique des chaux phosphorescentes obtenues à partir de la chlorophane avec les spectres des chaux renfermant des traces de terres rares pures dont j'ai décrit antérieurement les spectres.

Les spectres dus à chacun des éléments se superposent sans modifier la valeur des longueurs d'onde, comme dans les spectres de lignes ou d'absorption; l'identification des bandes spectrales est donc facile à réaliser.

J'ai reconnu ainsi dans la chlorophane la présence de traces des éléments suivants : samarium, terbium, dysprosium, gadolinium.

Mais, si cette analyse était suffisante pour prouver dans la chlorophane la présence de ces éléments phosphorescents, elle ne permettait pas d'attribuer avec certitude les bandes que donne directement la chlorophane. On ne le pouvait faire qu'en examinant le spectre que donne individuellement chacune de ces terres rares dans le fluorure de calcium cristallisé.

Il n'y a, en effet, qu'une lointaine analogie entre les spectres cathodiques des oxydes et ceux des fluorures.

Pour faire cette attribution en toute certitude, la synthèse partielle des fluorines phosphorescentes était le seul argument rigoureux et irréfutable.

Synthèse. — J'ai donc préparé à partir de chaux pure et de terres rares pures des fluorures phosphorescents. Après plusieurs tentatives pour reproduire artificiellement et à coup sûr des fluorines phosphorescentes cristallisées, je me suis borné à fondre les fluorures précipités amorphes.

On obtient ainsi par le refroidissement des masses qui présentent des parties confusément cristallines qui émettent dans le tube cathodique des phosphorescences beaucoup plus vives que les produits naturels et dont les bandes spectrales sont identiques.

J'ai pu attribuer ainsi sans ambiguïté les diverses bandes de phosphorescence de la chlorophane aux diverses terres rares dont j'avais reconnu la présence par l'analyse spectrale décrite ci-dessus.

Spectre de phosphorescence cathodique de la chlorophane.

λ.	Observations.	Élément.	λ.	Observations.	Élément.
306,2	faible	gadolinium	313,5	faible	gadolinium
306,4	moyenne	gadolinium	314,0	faible	gadolinium
311,3	très faible	gadolinium	314,7	faible	gadolinium
311,5	très forte	gadolinium	377,9	extrêmement faible, diffuse	terbium
311,8	très forte	gadolinium	382,2	extrêmement faible, diffuse	terbium
312,0	très forte	gadolinium	414,9	faible	terbium
312,9	très faible	gadolinium	417,3	faible	terbium
313,2	faible	gadolinium	420,1	faible	terbium

λ	Observations.	Élément.
437,5	faible	terbium
442,5	faible	terbium
de 456 à 453,5	assez forte	dysprosium
de 484 à 499	assez forte	terbium
de 495 à 493,5.	forte	dysprosium
de 541,5 à 539	très forte	terbium
de 548 à 545	moyenne	terbium
de 551,5 à 550	assez forte	terbium
de 554 à 552	assez forte	terbium
de 562 à 559	faible	samarium
de 568,5 à 565	assez forte	samarium (1)
de 574,5 à 571	forte, diffuse	dysprosium
de 579 à 577	forte	dysprosium
de 585 à 582	assez forte, diffuse	dysprosium
de 590 à 587	forte	dysprosium
608 (environ)	faible	samarium

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers-oxydes du nitrile glycolique.* Note de M. **Marcel Sommelet**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication (2), j'ai montré, en collaboration avec M. Béhal, que les monoéthers-oxydes d'α-glycols primaires-tertiaires, de formule $R.R'.COH - CH^2OC^2H^5$, sont facilement transformés, sous l'influence de l'acide oxalique desséché, en dialcoylacétaldéhydes

$$R.R'.CH - CHO.$$

L'intérêt de cette méthode de préparation des aldéhydes résidait dans son caractère progressif, les éthers-oxydes $R.R'.COH - CH^2OC^2H^5$ résultant de deux applications des réactifs organomagnésiens de M. Grignard faites successivement, la première au nitrile éthoxyacétique, qui, dans ces conditions, fournit les éthoxycétones $R - CO - CH^2OC^2H^5$, la seconde à ces cétones elles-mêmes qui engendrent alors les alcools tertiaires cherchés. Mais l'extension de cette méthode était subordonnée à la facile production du nitrile $C^2H^5O - CH^2 - CN$, qui ne pouvait jusqu'ici être préparé que par le procédé de Henry (3), c'est-à-dire en déshydratant l'éthoxyacétamide par l'anhydride phosphorique. C'est ainsi que fut obtenue la matière première utilisée au début des recherches rappelées ci-dessus. Mais, dès que les premiers résultats furent acquis, je cherchai à produire plus directement et plus abondamment ce nitrile.

(1) Il n'est pas absolument certain que cette bande appartienne au samarium : il y avait un léger décalage entre cette bande et celle que donne le fluorure de calcium samarifère.

(2) Béhal et Sommelet, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 89.

(3) L. Henry, *D. ch. G.*, t. VI, p. 260.

Je suis arrivé au but en faisant réagir sur l'éther-oxyde chlorométhyléthylique les cyanures de mercure et d'argent; ces deux sels fournissent très aisément l'éthoxyacétonitrile, mais c'est le cyanure d'argent qui donne lieu à la réaction la plus facile à conduire et la plus avantageuse. En vue de préparer les éthers-oxydes du nitrile glycolique, autres que l'éther-oxyde éthylique, jusqu'ici seul connu, j'ai examiné successivement l'action exercée sur le cyanure d'argent par les composés suivants :

$$ClCH^2OCH^3,\ ClCH^2OC^3H^7,\ ClCH^2OC^4H^9,\ ClCH^2OC^5H^{11}.$$

Le premier seul n'a pas donné le résultat attendu et n'a fourni qu'une carbylamine peu stable et non isolée; tous les autres se sont comportés normalement. Le nitrile méthoxyacétique ne pouvant être préparé par le cyanure d'argent, je me suis arrêté, pour ce cas particulier, à l'emploi du cyanure mercurique.

Nitrile méthoxyacétique : $CH^3O - CH^2 - CN$. — On fait réagir lentement, à froid, en agitant constamment, 125^g de $Hg(CN)^2$ et 40^g d'oxyde de méthyle chloré. On distille ensuite à la vapeur d'eau en présence de NH^4Cl ou de NaCl; l'eau entraîne le nitrile méthoxyacétique; c'est un liquide incolore bouillant à 120°, dont l'odeur rappelle celle du formiate d'éthyle.

Nitrile éthoxyacétique : $C^2H^5O - CH^2 - CN$. — On peut l'obtenir soit par le cyanure de mercure (1), soit par le cyanure d'argent, mais l'emploi de ce dernier pour le nitrile éthoxyacétique et pour ses homologues supérieurs est le plus avantageux. La réaction s'effectue entièrement à froid; le rendement moyen atteint 70 pour 100 de la théorie.

Le nitrile éthoxyacétique, déjà décrit par L. Henry (2), bout à 135°,4 sous 760^{mm}; je l'ai transformé en *éther éthoxyacétique* bouillant à 156°-157°, en *amide* fondant à 82° et en *thioamide* fondant à 81°.

Nitrile propoxyacétique (*n*) : $C^3H^7 - O - CH^2 - CN$. — Liquide incolore, d'odeur douce, bouillant à 151°-152° sous 758^{mm}. La *thioamide* correspondante fond à 63°.

Nitrile isobutoxyacétique (*i*) : $C^4H^9 - O - CH^2 - CN$. — Liquide incolore, bouillant à 80°-82° sous 44^{mm}. La *thioamide* correspondante fond à 60°-61°.

Nitrile isoamyloxyacétique (*i*) : $C^5H^{11} - O - CH^2 - CN$. — Liquide incolore, un peu huileux, d'odeur assez forte, bouillant à 99° sous 44^{mm}.

Je me propose d'utiliser quelques-uns de ces composés pour la préparation de certains dérivés contenant le complexe $-CO - CH^2OR$ et plus particulièrement des corps de la série de l'éther acétylacétique substitués en γ par un reste oxyalcoylé.

---

(1) *Loc. cit.*

(2) Ce procédé a été revendiqué dans un brevet français (Arts chimiques, n° 347399) demandé le 6 janvier 1904 et délivré le 6 mars 1905.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de l'alcool cinnamique en phénylpropylène et alcool phénylpropylique par les métaux-ammoniums.* Note de **M. E. Chablay**, présentée par M. A. Haller.

En soumettant l'alcool cinnamique à l'action de l'hydrogène naissant, Fittig (1) et Rügheimer (2) ont transformé cet alcool en phénylpropylène et en alcool phénylpropylique. Pour faire cette opération ils chauffaient pendant plusieurs jours, au bain-marie, une solution aqueuse d'alcool cinnamique avec de l'amalgame de sodium ; ils obtinrent ainsi très peu de phénylpropylène et beaucoup d'alcool phénylpropylique.

Nous avons réalisé la même transformation à — 80°, en faisant réagir le sodammonium sur l'alcool cinnamique.

Mode opératoire. — Dans un tube de verre épais, horizontal, d'une longueur de 20^{cm} environ et d'un diamètre de 25^{mm} à 30^{mm}, on introduit de l'alcool cinnamique dans la proportion de 1^{mol} pour 1^{at} de sodium. A chaque extrémité du tube se trouvent soudés deux autres tubes verticaux de petit diamètre qui sont destinés à l'arrivée et à l'échappement du gaz ammoniac. L'un de ces tubes porte un renflement allongé et épais où l'on introduit le métal alcalin comme nous l'avons déjà indiqué. On liquéfie du gaz ammoniac dans le gros tube de façon à dissoudre l'alcool cinnamique, puis on entoure l'ampoule contenant le sodium de CO^2 solide imbibé d'acétone; le sodammonium se forme et sa solution coule lentement dans l'alcool cinnamique. La réaction est d'une énergie remarquable, le sodammonium se décolore immédiatement en produisant un sifflement et le manomètre fixé à l'appareil indique des augmentations de pression considérables, bien que la chambre à réaction soit maintenue à — 80° et qu'il ne se dégage aucun gaz; c'est la chaleur dégagée qui, volatilisant de l'ammoniac, produit cet accroissement de pression.

L'opération terminée, il reste dans le tube une matière solide, jaune clair, qui est un mélange d'alcools cinnamique et phénylpropylique sodés et d'un peu de phénylpropylène.

Le produit solide décomposé par l'eau est épuisé par l'éther séché sur SO^4Na^2 anhydre et, après l'évaporation du dissolvant, soumis à la distillation fractionnée.

Phénylpropylène. — Après plusieurs fractionnements nous avons isolé un produit bouillant de 165° à 170°. 300^g d'alcool cinnamique ne nous ont fourni que quelques centimètres cubes de ce carbure ; aussi avons-nous dû avoir recours, pour son identification, à la préparation de son bromure. Fittig a décrit ce dernier comme un produit cristallisant en feuilles fusibles à 66°,5 répondant à la formule $C^9H^{10}Br^2$; nous avons,

(1) Fittig, *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. VI, p. 214.

(2) Rügheimer, *Liebig's Annalen*, t. CLXXII, p. 122.

en effet, obtenu un bromure cristallisé fusible à 67° et possédant la formule $C^9H^{10}Br^2$.

La formation du phénylpropylène dans cette réaction n'a rien d'étonnant, si l'on se rappelle la réaction générale des métaux-ammoniums sur les alcools non saturés (1). Aussi était-ce dans le but d'obtenir cet hydrocarbure que nous faisions réagir le sodammonium sur l'alcool cinnamique.

Fittig explique sa réaction par l'équation suivante:

$$C^6H^5-CH=CH-CH^2-OH+H^2=H^2O+C^6H^5-CH=CH-CH^3.$$

Il est plus que probable que la réaction qui nous donne du phénylpropylène se fait d'après le même mécanisme que celle qui donne du propylène (alcool allylique et sodammonium), et nous admettons la formule suivante :

$$2C^6H^5-CH=CH-CH^2-OH+2AzH^3-Na$$
$$=C^6H^5-CH=CH-CH^2-ONa+NaOH+C^6H^5-CH=CH-CH^3+2AzH^3.$$

Alcool phénylpropylique. — Après plusieurs rectifications du produit bouillant de 235° à 250°, nous avons obtenu un liquide passant à la température constante de 236°-237°. Son analyse organique lui assigne la formule $C^9H^{12}O$; oxydé par l'acide chromique en solution acétique, il se transforme en acide phénylpropionique $C^6H^5-CH^2-CH^2-COOH$ fusible à 47°,5. L'obtention de ce dernier corps ne laisse donc subsister aucun doute sur la nature de l'alcool qui lui a donné naissance.

L'alcool phénylpropylique obtenu par cette méthode forme un liquide épais, incolore, d'une odeur agréable de fleur assez difficile à préciser. Il bout à 236°-237° sous 750^{mm}, $D_{18°}=1,007$, $D_{18°}=1,008$ (Rügheimer); dans CO^2 solide il ne se solidifie pas mais il devient excessivement visqueux. Nous étions partis d'un alcool cinnamique bien pur et cristallisé, dont nous avons vérifié préalablement le point de fusion et le point d'ébullition.

Notre réaction diffère essentiellement de celle de Rügheimer; l'auteur allemand obtient de l'alcool phénylpropylique d'après l'équation suivante:

$$C^6H^5-CH=CH-CH^2-OH+H^2=C^6H^5-CH^2-CH^2-CH^2-OH.$$

Dans l'action du sodammonium sur l'alcool cinnamique, il se forme d'abord le dérivé sodé de cet alcool, et il ne se dégage pas d'hydrogène; de plus, pour 1 molécule d'alcool, 1 atome de sodium entre en jeu. La réaction ne peut donc s'expliquer que d'après l'équation suivante :

$$2\begin{vmatrix} C^6H^5 \\ | \\ CH \\ \| \\ CH \\ | \\ CH^2-OH \end{vmatrix} + 2AzH^3-Na = \begin{vmatrix} C^6H^5 \\ | \\ CH \\ \| \\ CH \\ | \\ CH^2-ONa \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} C^6H^5 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2-ONa \end{vmatrix} + 2AzH^3.$$

(1) E. Chablay, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 123.

Cette réaction est tout à fait analogue à celle du sodium sur le camphre (Bouveault) :

$$2C^{10}H^{16}O + 2Na = C^{10}H^{15} - ONa + C^{10}H^{17} - ONa.$$

Les métaux-ammoniums réduisent donc l'alcool cinnamique comme ils réduisent les alcools non saturés de la série grasse, pour donner le carbure correspondant, et d'après le même mécanisme. Mais cette réduction se fait dans de très faibles proportions et la réaction principale est celle qui donne de l'alcool phénylpropylique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de préparation des oxynitriles* $ROCH^2CAz$. Note de M. **D. Gauthier**, présentée par M. A. Haller.

Les éthers oxydes monochlorés $R - O - CH^2Cl$ peuvent s'obtenir aisément par la méthode de M. L. Henry, qui consiste à faire réagir l'acide chlorhydrique gazeux sur un mélange d'alcool ROH et de formaldéhyde en solution aqueuse.

Nous avons reconnu qu'en traitant ces composés par du cyanure mercurique, ou de préférence par du cyanure cuivreux, le groupement — CAz remplaçait facilement Cl en fournissant ainsi la nouvelle série de composés $R - O - CH^2 - CAz$.

De celle-ci un seul terme était connu, savoir l'oxynitrile

$$C^2H^5 - O - CH^2 - CAz$$

préparé pour la première fois par M. L. Henry d'une façon toute différente consistant à déshydrater l'amide correspondante au moyen d'anhydride phosphorique.

Par le procédé que nous indiquons, nous avons pu obtenir comme produits nouveaux :

	Ébullition.
le nitrile méthylglycolique : $CH^3 - O - CH^2 - CAz$...	118°-119°
le nitrile propylglycolique : $C^3H^7 - O - CH^2 - CAz$...	147°-148°
le nitrile isobutylglycolique : $C^4H^9 - O - CH^2 - CAz$...	158°-160°
le nitrile amylglycolique : $C^5H^{11} - O - CH^2 - CAz$...	183°-184°

Le mode opératoire est le suivant : Dans un ballon auquel peut s'adapter un réfrigérant à reflux, nous plaçons une demi-molécule de cyanure cuivreux bien sec et nous y ajoutons une molécule d'éther oxyde monochloré. Une réaction très vive ne tarde

pas à se déclarer; avec les termes inférieurs nous devons même la modérer par refroidissement. Une fois qu'elle est calmée, nous chauffons au bain de sable pendant quatre ou cinq heures. En distillant ensuite jusqu'à sec, nous obtenons, comme produit liquide, le nitrile correspondant à l'éther chloré employé, mélangé d'une petite quantité de ce dernier, tandis que du chlorure cuivreux reste dans le ballon distillatoire. Par fractionnement nous isolons facilement le nitrile à l'état de pureté. Les rendements sont de 60 à 70 pour 100.

Mettant à profit les propriétés de la fonction nitrile il est facile de transformer ensuite les composés $R - O - CH^2 - CAz$ en leurs dérivés les plus immédiats. Nous avons, par exemple, obtenu les corps de la forme

$R - O - CH^2 - COAzH^2$ (éthers-oxydes de la glycolamide)
$R - O - CH^2 - COOH$ (éthers-oxydes de l'acide glycolique)
$R - O - CH^2 - COOR'$ (éthers-sels des précédents acides)

dont quelques-uns seulement ont été décrits. Nous ajouterons que ce mode de formation constitue ici un procédé de préparation vraiment pratique et avantageux, les rendements atteignant jusqu'à 80 pour 100 des rendements théoriques.

Nous utilisons actuellement les oxynitriles obtenus par la précédente méthode pour l'obtention d'une autre série de dérivés.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La vicianine, nouveau glucoside cyanhydrique contenu dans les graines de Vesce.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. L. Maquenne.

Au cours de ces dernières années, l'attention a été attirée par plusieurs savants sur un certain nombre de plantes servant à la nourriture de l'homme ou des animaux qui, dans des conditions particulières de culture, renferment des glucosides cyanhydriques et provoquent des intoxications. Telles : *Phaseolus lunatus* L., dont les graines ou haricots de Java, étudiées au point de vue chimique surtout par MM. Dunstan et Henry (1), ont fait l'objet de recherches récentes de la part de M. Guignard (2), *Lotus arabicus* ou Vesce d'Égypte, *Sorghum vulgare* L. ou grand Millet, etc.

Toutes ces plantes, alimentaires ou fourragères, croissent dans les pays chauds et c'est seulement par exception qu'on en a utilisé en Europe. Il n'en est pas de même d'une herbe dont on a tenté d'introduire, cette année même, les graines dans l'alimen-

(1) *Proceedings of the Royal Society*, t. LXXII, 1903, p. 285-294.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 545-553.

tation du bétail. Cette herbe s'est développée en assez grande quantité parmi les céréales de la région du Médoc et, après la récolte, on en avait séparé les graines au tarare, en même temps que celles des autres plantes adventices. M. Mallèvre, qui a observé le dégagement facile d'acide cyanhydrique par ces graines et publié une relation à leur sujet (1), a bien voulu m'en faire remettre une quantité suffisante pour l'étude. Je donnerai aujourd'hui les premiers résultats que j'ai obtenus.

Tout d'abord, il s'agit, d'après la détermination que j'ai faite de la plante développée par semis, de la Vesce à feuilles étroites (*Vicia angustifolia* Roth.), très répandue en France, principalement dans les moissons (2).

Les graines de cette plante doivent la propriété de produire de l'acide cyanhydrique quand on les broie avec de l'eau à la présence d'une diastase qui paraît identique à l'émulsine et qui réagit sur un glucoside nouveau que j'appellerai désormais *vicianine* (3).

Voici comment on peut extraire ce glucoside :

On épuise les graines pulvérisées avec de l'alcool à 90 ou 85 centièmes, en opérant à froid, par déplacement. Il faut employer 12^{l} à 15^{l} d'alcool pour 1^{kg} de graines.

La solution, de couleur verte, est évaporée dans le vide, par distillation au bain-marie, jusqu'à consistance de sirop. On agite celui-ci avec de l'éther qui dissout la chlorophylle, la lécithine et les matières grasses. Après un repos de 24 heures, on décante la solution éthérée, on lave encore deux ou trois fois le résidu épais avec du nouvel éther, sans qu'il soit nécessaire d'attendre comme la première fois pour décanter.

Voici la raison de cette particularité du traitement. La vicianine, lorsqu'elle est en solution sursaturée dans le sirop qui provient de la concentration rapide des liqueurs alcooliques (surtout si ce sirop renferme encore un peu d'alcool), passe en partie dans l'éther. Si l'on attend, sans doute par suite d'un phénomène d'agrégation moléculaire analogue à celui que j'ai signalé pour la dioxyacétone (4) et pour le bolétol (5), la

---

(1) Société nationale d'Agriculture (séance du 4 avril 1906).

(2) En se basant sur la production d'acide cyanhydrique, MM. Bruyning et Van Haarst ont admis, en 1899, l'existence « de l'amygdaline ou de corps analogues » dans les graines de plusieurs espèces du genre *Vicia*, en particulier de *Vicia angustifolia*. Ils distillaient les graines réduites en poudre avec de l'eau acidulée par l'acide tartrique; les quantités de CNH obtenues par cette méthode rudimentaire variaient de 0^{g},0016 à 0^{g},054 par kilogramme (*Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XVIII, p. 468-471).

(3) Il ne faut pas confondre ce glucoside avec la substance riche en azote découverte par Ritthausen dans les graines de la Vesce ordinaire (*Vicia sativa* L.) et désignée par lui sous le nom de *vicine*.

(4) *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 341-344 et 422.

(5) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 124-127.

vicianine se dépose à l'état cristallisé. Dans ce dernier état, en effet, elle est insoluble dans l'éther (1).

Lorsque le lavage à l'éther est terminé, on essore à la trompe le résidu insoluble contenu dans le ballon : la vicianine reste sur le filtre. On la lave d'abord avec un peu d'eau froide, puis avec de l'alcool. Elle est alors en cristaux brillants, sensiblement pure et représente, une fois desséchée, au moins 0,9 pour 100 du poids de la graine.

Pour purifier la vicianine, on redissout le produit brut dans 10 à 20 fois son poids d'eau tiède ; on défèque la solution à l'aide de quelques gouttes de sous-acétate de plomb et de l'hydrogène sulfuré, puis on concentre la liqueur devenue incolore par distillation dans le vide. On termine la purification en recristallisant encore une ou deux fois le glucoside dans cinq fois son poids d'eau bouillante.

La vicianine pure cristallise en touffes d'aiguilles incolores et brillantes ; elle est très soluble dans l'eau chaude, peu soluble au contraire dans l'eau froide : de 0,12 à 0,13 pour 100 à la température de + 15° à + 20°. Elle se dissout beaucoup moins encore dans l'alcool ; enfin, elle paraît tout à fait insoluble dans l'éther de pétrole, le benzène, le sulfure de carbone et le chloroforme.

Son point de fusion, déterminé au bloc Maquenne, est situé vers + 160°.

En solution aqueuse saturée, elle dévie le plan de la lumière polarisée de — 20°, 7 (moyenne de trois déterminations ; température + 16° à + 18°).

La vicianine renferme 3,2 pour 100 d'azote entièrement libérable par l'émulsine sous forme d'acide cyanhydrique.

Les graines de *Vicia angustifolia* que j'ai analysées peuvent donc fournir environ 0g, 750 d'acide cyanhydrique par kilogramme. C'est une proportion élevée qui doit faire proscrire l'emploi de ces graines dans l'alimentation des animaux domestiques.

BOTANIQUE. — *Observations cytologiques sur la germination des graines de Graminées.* Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note précédente, M. Beauverie et nous avons signalé la présence, dans le cotylédon et l'assise protéique des graines de certaines Graminées, de granulations présentant quelques propriétés des corpuscules métachromatiques des Protistes. Aujourd'hui, nous nous proposons

(1) Quelques alcaloïdes, comme la morphine, la quinidine, etc., se comportent à peu près de la même façon.

d'exposer la suite de nos recherches sur les caractères de ces corps et leur évolution au cours de la germination.

Dans le Blé, qui nous a spécialement servi d'objet d'études, les granulations métachromatiques sont en nombre considérable dans la plupart des cellules du cotylédon et de l'assise protéique. Elles se rencontrent également, mais en moindre quantité, dans les rudiments de feuilles de la gemmule et dans les cellules de la base de cette dernière.

Les cellules parenchymateuses du cotylédon, dans la graine un peu avant sa maturité et dans la graine à l'état de vie ralentie, renferment un noyau avec deux à quatre nucléoles entourés chacun d'une aréole hyaline. Ces derniers présentent des propriétés métachromatiques, vis-à-vis de certains colorants, et prennent une coloration rougeâtre comme les granulations du cytoplasme, mais moins accentuée. Le cytoplasme est spongieux et l'on observe sur le bord ou à l'intérieur de chaque alvéole une ou plusieurs granulations métachromatiques : les unes affectent l'aspect de sphérules de dimension moyenne, avec, comme les corpuscules métachromatiques des Protistes, un centre peu colorable et une enveloppe très chromophile ; les autres sont des masses lobées, assez grosses, renfermant souvent à leur intérieur une certaine quantité de très petites granulations plus colorables. Les cellules épidermiques du cotylédon, qui se trouvent en contact avec l'albumen et que l'on considère comme le siège de la sécrétion diastasique, sont pourvues d'un noyau, de même structure que celui des cellules parenchymateuses, et d'un cytoplasme très finement alvéolaire avec seulement quelques granulations métachromatiques.

Les cellules de l'assise protéique offrent la même structure que les cellules parenchymateuses du cotylédon.

Après deux ou trois jours de germination, on observe dans les cellules du cotylédon des modifications assez importantes : le cytoplasme des cellules parenchymateuses se creuse de grosses vacuoles provenant sans doute de la fusion des petites alvéoles primitives, puis les granules métachromatiques se gonflent fortement pour constituer au milieu de ces vacuoles d'énormes masses à contour irrégulier et à structure spongieuse. Souvent, ces granulations se réunissent les unes à côté des autres et forment au sein des vacuoles des amas de granulations ; parfois, elles donnent même l'impression de s'être fusionnées. Elles paraissent plus abondantes que dans les graines non germées, mais il est probable que ce n'est là qu'une apparence provenant de leur gonflement.

Vers le quatrième jour, les granulations métachromatiques diminuent de nombre et de dimension et cette diminution s'accentue jusqu'au huitième jour environ, après lequel les granulations ont complètement disparu. Pendant ce temps, le cytoplasme ainsi que le noyau se trouvent refoulés à la périphérie de la cellule qu'une énorme vacuole finit par occuper presque en entier : les granulations métachromatiques, au moment de disparaître, sont à l'état de petites sphérules au milieu de la vacuole. Au cours de ces modifications le noyau conserve ses caractères primitifs.

On constate les mêmes phénomènes dans l'assise protéique, mais la disparition des

granules est beaucoup plus lente. On les rencontre encore en grand nombre après huit jours de germination.

Les cellules de l'épiderme diastasigène ne présentent pas de changements très appréciables, sauf que le cytoplasme se vacuolise progressivement dans les régions apicales et basales et que les granulations métachromatiques disparaissent vers le sixième jour.

Le cytoplasme des cellules parenchymateuses du cotylédon et de l'épiderme diastasigène est imprégné de graisse et renferme des grains d'amidon transitoire, qui apparaissent au début de la germination et disparaissent un peu plus lentement que les granulations métachromatiques.

L'Orge, le Seigle et le Maïs présentent des phénomènes analogues avec d'assez grandes différences de détail.

Les granulations que nous venons de décrire ont été considérées jusqu'ici comme des grains d'aleurone ou de protéine (Lüdtke et Reed). Elles ne représentent certainement pas le gluten, qui paraît uniquement localisé dans l'albumen farineux. Il résulte de nos recherches que ces granulations se rapprochent des corpuscules métachromatiques des Protistes et des globoïdes des grains d'aleurone. Toutefois les granulations des Graminées ne peuvent être identifiées aux globoïdes dont elles diffèrent par un certain nombre de caractères. Faut-il les assimiler aux corpuscules métachromatiques? Il est certain qu'elles présentent un assez grand nombre de points communs avec ces corps (conditions dans lesquelles elles apparaissent, caractères morphologiques, caractères vis-à-vis des liquides de fixation et des colorants).

Elles s'en distinguent surtout par la beaucoup moins grande facilité avec laquelle elles fixent les colorants. Il faut remarquer, en outre, que la métachromasie n'est pas suffisante pour identifier ces deux catégories de corps. On connaît, en effet, des substances chimiquement très différentes qui possèdent des propriétés métachromatiques assez analogues (cartilages, mucilages, amyloïdes). Toutefois, par l'ensemble de leurs réactions, nous serions assez tentés de rapprocher les granulations des Graminées des corpuscules métachromatiques des Protistes et de les considérer non comme identiques, mais comme constituées de substances albuminoïdes voisines.

Il est certain que les granulations des Graminées jouent un rôle important dans la nutrition de l'embryon, mais comme pour les corpuscules métachromatiques des Protistes, deux hypothèses sont en présence: ce sont des produits de réserves, ou des grains de zymogènes. Le fait que ces granulations sont peu abondantes dans l'épiderme considéré, à la suite des

expériences de Brown et Morris, comme le siège de la sécrétion diastasique nous dispose à adopter la première de ces hypothèses.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La concentration de la chlorophylle et l'énergie assimilatrice.* Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans mes travaux précédents j'ai montré que les variations de l'énergie assimilatrice, dans les conditions d'éclairement et de température identiques, sont sensiblement différentes pour les espèces différentes.

J'ai exprimé aussi l'idée que cette différence spécifique est due principalement à la concentration plus ou moins forte du pigment vert dans les grains de chlorophylle appartenant aux différentes espèces.

Pour voir si cette idée est vérifiée par les faits, j'ai entrepris des recherches spéciales sur les quantités de chlorophylle contenues dans les feuilles. Le Tableau ci-dessous indique les espèces étudiées.

Tout d'abord j'ai déterminé pour chacune de ces espèces, à plusieurs reprises et à différentes époques de l'été, la quantité d'eau contenue dans les feuilles adultes et j'ai trouvé ainsi que pendant les trois mois d'été (juin, juillet et août), dans les feuilles d'une même espèce, cette quantité d'eau reste sensiblement constante. Les feuilles jeunes sont un peu plus riches en eau que les feuilles adultes, mais, en général, ces variations, même entre des espèces différentes, ne dépassent pas 12 pour 100. C'est pourquoi j'ai pu prendre non seulement un même poids sec de feuilles, mais aussi un même poids frais pour comparer entre elles les quantités de chlorophylle.

Dans le Tableau ci-après, je donne les quantités relatives de chlorophylle obtenues par la méthode spectroscopique et calculées pour 1^g de feuilles vivantes ou sèches ainsi que l'énergie assimilatrice aux différentes températures et intensités lumineuses.

Noms des plantes.	Quantités de matière sèche pour 100 du poids frais de feuilles.	Quantités de chlorophylle dans 1g de feuilles en prenant pour unité 1g de feuilles de *Fagus*.	Quantités relatives de chlorophylle dans 1g de matière sèche.	Poids de feuilles vivantes contenant la même quantité de chlorophylle.	Rayons du Soleil inclinés à 45° à la surface de la feuille. Volumes du gaz carbonique décomposé par 100 unités de chlorophylle pendant 1 heure, en centimètres cubes. Températures. 20°.	25°.	30°.	35°.	38°.	Rayons du Soleil perpendiculaires à la surface de la feuille. Volumes du gaz carbonique décomposé par 100 unités de chlorophylle pendant 1 heure, en centimètres cubes. Températures. 20°.	25°.	30°.	35°.	38°.	Volumes maxima du gaz carbonique décomposé par 100 unités de chlorophylle pendant 1 heure.
Premier groupe :				g											
Abies nobilis, feuilles jeunes très pâles.	30,65	8,0	26,1	12,500	25,1	27,3	25,4	21,7	»	25,8	25,9	21,7	20,4	»	27,3
Picea excelsa, feuilles jeunes.....	33,80	11,9	35,2	8,403	27.0	31,3	32,4	42,1	21,5	26,0	28,7	30,6	43,6	22,1	43,6
Pinus silvestris, feuilles jeunes.....	31,27	20,0	63,8	5,000	13.2	23,7	25,2	27,3	24,4	13,3	23,8	24,5	26,5	25,3	27,3
Abies nobilis, feuilles jeunes.....	38,60	23,3	60,4	4,292	13,1	18,5	21,3	22,6	»	13,5	20,4	20,5	21,3	»	22,6
Pinus silvestris, feuilles adultes.....	39,13	30,5	77,0	3,279	11,5	19,6	22,4	22,3	21,1	13,9	21,8	24,4	24,6	22,3	24,6
Picea excelsa, feuilles adultes.....	41,32	32,5	78,6	3,077	13,7	16,9	18,9	22,4	10,3	14,7	15,5	16,2	20,0	»	22,4
Abies nobilis, feuilles adultes.....	41,45	33,3	80,4	3,003	10,5	16,3	16,6	17,1	14,6	13,5	14,6	12,9	13,1	11,4	17,1
Taxus baccata, feuilles jeunes.....	30,37	35,0	115,2	2,857	12,4	13,4	17,3	7,4	5,2	12,3	14,3	14,7	6,2	3,6	17,3
» feuilles adultes.....	29,90	35,0	117,1	2,857	9,2	15,3	16,0	9,2	7,7	12,2	13,9	13,9	6,7	5,5	16,0
Deuxième groupe :															
Larix europæa, feuilles adultes.....	33,07	35,0	105,7	2,857	17,7	22,9	25,9	29,5	30,3	21,2	25,1	32,7	33,0	33,4	33,4
Robinia Pseudacacia, feuilles adultes.	37,32	51,8	138,8	1,931	18,2	30,1	33,3	36,7	33,2	26,5	31,8	38,5	40,9	40,0	40,9
Betula alba, feuilles adultes.....	37,52	62,2	165,7	1,608	13.0	16,7	12,0	10,7	9,6	13,6	18,1	13,7	11,7	9,4	18.1
Tilia parvifolia, feuilles adultes.....	38,22	82,4	215,6	1,211	»	12,5	15,0	7,3	3,7	15,1	16,6	9,7	5,4	1,2	15,1
Fagus silvatica, feuilles adultes.....	39,16	100	255,3	1,000	2,3	4,6	»	5,8	0,4	2,7	3,7	»	4,3	0,3	5,8

On voit, d'après le Tableau ci-dessus, que, pour un même poids frais ou sec de feuilles, les Conifères contiennent beaucoup moins de chlorophylle que les autres espèces étudiées. Si l'on répartit toutes ces espèces en deux groupes, suivant l'épaisseur et la construction anatomique de leurs feuilles, on obtient pour chacun de ces groupes un poids de tissu chlorophyllien sensiblement proportionnel au poids de matière sèche.

Par conséquent la concentration du pigment vert dans des grains de chlorophylle sera proportionnelle à la quantité de chlorophylle calculée pour 1^g de matière sèche de feuilles. En examinant nos plantes à ce point de vue, nous voyons que, dans chacun des deux groupes, les espèces qui recherchent la vive lumière (*Pinus* dans le premier groupe et *Larix, Robinia, Betula,* dans le second) ont le pigment moins concentré que les espèces qui aiment l'ombre.

En évaluant les volumes de gaz carbonique décomposés par la même quantité de chlorophylle, on trouve qu'aux rayons directs du Soleil et à la même température, l'énergie assimilatrice varie beaucoup suivant l'espèce et l'âge des feuilles. Mais l'étude attentive des chiffres du Tableau précédent montre qu'il existe une règle générale à laquelle s'astreint l'énergie assimilatrice indépendamment des variations dues aux causes spécifiques. Si nous représentions les valeurs maxima d'assimilation par des courbes, nous aurions pour chacun des deux groupes de plantes des courbes de forme semblable : chaque courbe monte au début, puis redescend. On constaterait sur ces courbes que les maxima d'énergie assimilatrice correspondent à des concentrations de chlorophylle, relativement peu intenses, et les valeurs les plus faibles aux concentrations les plus fortes de ce pigment.

Ce fait nous montre nettement que l'énergie assimilatrice n'est pas proportionnelle à la plus grande quantité de lumière qui peut être absorbée par la feuille. Pour utiliser l'intensité lumineuse la plus forte, produite dans la nature par les rayons directs du Soleil, la plante n'a besoin que d'une assez faible concentration du pigment vert, telle que celle qu'on trouve dans les feuilles jeunes ou dans les feuilles de certaines espèces adaptées à un fort éclairement. Les concentrations plus fortes de ce pigment sont déjà défavorables à l'assimilation, pour cette intensité lumineuse.

Il est bien probable que dans ces cas, à cause de la forte absorption des rayons solaires, la température à l'intérieur de la feuille commence à dépasser certaines limites dans lesquelles se produisent normalement les réactions chimiques de l'organisme. Le fait que les valeurs de l'énergie assimilatrice offrent la plus forte diminution aux températures de 35° à 38°, pour les feuilles les plus riches en chlorophylle, paraît confirmer cette explication.

Les conclusions générales qu'on peut tirer de tous les résultats de ces expériences sont les suivantes : 1° *L'appareil chlorophyllien des différentes plantes est adapté aux diverses intensités lumineuses qui se produisent dans la nature;* 2° *La concentration de pigment vert dans les grains de chlorophylle étant variable fournit l'un des procédés par lesquels cette adaptation peut s'effectuer.*

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie du rouge chez l'*Abies pectinata. Note de MM. **L. Mangin** et **P. Hariot**, présentée par M. Guignard.

Notre attention a été appelée par M. Bouvier, professeur au Muséum, sur une maladie qu'il a observée, au mois de septembre dernier, dans la forêt de la Savine, commune de Saint-Laurent (Jura), sur le Sapin pectiné. Les feuilles de ces arbres ont pris une teinte rouge orangé qui tranche sur le vert sombre du feuillage des Epicéas avec lesquels ils sont mélangés. Chez certains arbres, où la maladie commence à sévir, on peut voir, sur les mêmes branches, des feuilles rouges mélangées à des parties encore vertes; sur d'autres, tout le feuillage est altéré et les Sapins sont en très mauvais état. La maladie attaque des arbres de 20 à 120 ans.

Nous nous proposons dans cette Note de faire connaître les résultats de l'analyse des tissus malades, que nous avons effectuée en vue de déterminer la cause de cette maladie. Les échantillons que nous avons reçus renfermaient des champignons saprophytes ou parasites assez variés, parmi lesquels nous énumérerons les espèces suivantes, les plus fréquemment représentées : *Rhizosphæra Abietis*, nov. g.; *Macrophoma Abietis*, nov. sp.; *Cytospora Pinastri* Fries; *Menoidea Abietis*, nov. g.

Le *Rhizosphæra Abietis*, de beaucoup le plus commun sur les feuilles malades, se présente sous l'aspect de petites masses globuleuses noires, d'un dixième de millimètre de diamètre, disposées en très grand nombre à la face inférieure des feuilles, à droite et à gauche de la nervure médiane et toujours superposées aux orifices stomatiques. Ces masses se détachent assez facilement par le grattage et laissent échapper des spores en bâtonnets très courts, arrondies aux extrémités, hyalines, de 16$^{\mu}$ à 20$^{\mu}$ de longueur et de 8$^{\mu}$ de largeur.

Sur une coupe transversale des feuilles, on reconnaît que ces masses, de 90$^{\mu}$ à 120$^{\mu}$ de diamètre, sont étroitement appliquées sur l'épiderme et se continuent par un pédicule qui s'enfonce dans le tissu de la feuille à travers l'ostiole des stomates, s'étrangle à ce niveau et pénètre dans la chambre sous-stomatique, où il se termine par un épatement de filaments mycéliens formant une masse de 50$^{\mu}$ de largeur. Cet épatement se continue par les filaments mycéliens dispersés dans toute la feuille.

A l'intérieur de ces masses, dont la surface est limitée par une assise de cellules polyédriques, on voit les filaments mycéliens, qui viennent de traverser l'ostiole, s'épanouir en éventail et ramper contre la paroi en formant des articles très courts dont chacun porte une spore sur la face interne. Le mycélium dispersé dans toute la feuille est remarquable par l'épaisseur de sa membrane, qui parfois restreint la lumière des filaments jusqu'à fragmenter le protoplasme en minces cordonnets.

Ainsi constituée, cette espèce ne se rapporte à aucune de celles que renferme l'herbier du Muséum ou qui ont été décrites. Elle paraît nouvelle et nous proposons de la désigner sous le nom de *Rhizosphæra Abietis* pour rappeler la disposition des pycnides enracinées à travers l'ostiole des stomates. Elle formerait, dans le groupe des *Sphéropsidales*, le type d'un genre bien distinct par la constitution spéciale de ses pycnides. Cette espèce nouvelle avait déjà été recueillie sur les feuilles de l'*Abies pectinata* en 1905 aux environs d'Ambert (Puy-de-Dôme) par M. Brévière, qui nous l'avait communiquée; mais le mauvais état des échantillons n'avait pas permis de l'identifier.

En commun avec le *Rhizosphæra* ou sur d'autres feuilles, mais moins répandues, nous avons trouvé les pycnides d'un *Phoma* à spores fusiformes volumineuses (20$^{\mu}$ à 23$^{\mu}$ de longueur sur 8$^{\mu}$ de largeur) portées par un stérigmate court et simple. Ces pycnides incluses dans les feuilles, le plus souvent à la face supérieure, paraissent se rapprocher du *Macrophoma excelsa* (Karst.), Berl. et Vogl.; mais l'absence de la guttule signalée par Karsten ne nous a pas permis, avec d'autres différences, de faire l'identification et nous désignerons cette nouvelle espèce sous le nom de *Macrophoma Abietis*.

Dans des feuilles plus altérées et plus jaunies, moins fréquemment que les espèces précédentes, nous avons rencontré le *Cytospora Pinastri* Fries, que nous avons identifié avec un échantillon type de Fries renfermé dans l'Herbier du Muséum. Cette espèce, depuis longtemps signalée dans toute l'Europe, sur les aiguilles de Conifères, serait, d'après Allescher, identique au *C. Friesii* des feuilles de l'*Abies pectinata* dont la forme ascomycète serait le *Valsa Friesii*.

Plus rarement enfin, nous avons trouvé le *Menoidea Abietis*, nov. g., qui se présente sous l'aspect de petites protubérances sous-épidermiques de couleur jaune pâle ou blanche.

Dans une coupe transversale pratiquée au niveau de ces protubérances, on aperçoit l'épiderme déchiré et ses bords relevés au-dessus d'une surface pseudoparenchymateuse, sur laquelle se dressent, perpendiculairement à l'épiderme et serrés les uns contre les autres, les supports des spores. Celles-ci, en forme de croissant, avec l'une des pointes aiguë, l'autre obtuse, ont de 18$^{\mu}$ à 20$^{\mu}$ de longueur et 8$^{\mu}$ de largeur; elles sont terminales. Pendant que les filaments externes s'épuisent à la formation des spores, leur partie basilaire subit un fort accroissement intercalaire et il se constitue un massif volumineux de faux parenchyme, qui fait hernie au travers de la déchirure de l'épiderme. C'est un stroma incolore encore stérile dans nos échantillons. La formation de ce stroma pendant la maturation des conidies nous autorise à ranger cette

espèce dans le groupe des Hyphomycètes, section des Tuberculariées-Mucédinées de Saccardo. Nous la désignerons sous le nom de *Menoidea Abietis* pour rappeler la forme en croissant des conidies.

Parmi les espèces connues, seul le *Phragmonœvia Lauri* décrit par M. Patouillard (1) présente une forme conidienne semblable à *Menoidea Abietis*. Il est donc vraisemblable que notre espèce constitue la forme conidienne d'un Discomycète du groupe des Stictées ou peut-être des Phacidiées.

Laissant de côté des espèces plus rares ou indéterminables, nous remarquerons que la variété et le nombre des champignons décrits ne nous autorisent pas à préciser, dès maintenant, la nature de la maladie du rouge chez le Sapin pectiné.

Nous nous efforcerons de résoudre la question par la méthode expérimentale. Dans ce but, nous avons isolé les spores des espèces décrites et réalisé des essais d'inoculation dans le jardin du laboratoire de Cryptogamie.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Culture de la cellule artificielle.* Note de M. Stéphane Leduc, présentée par M. d'Arsonval.

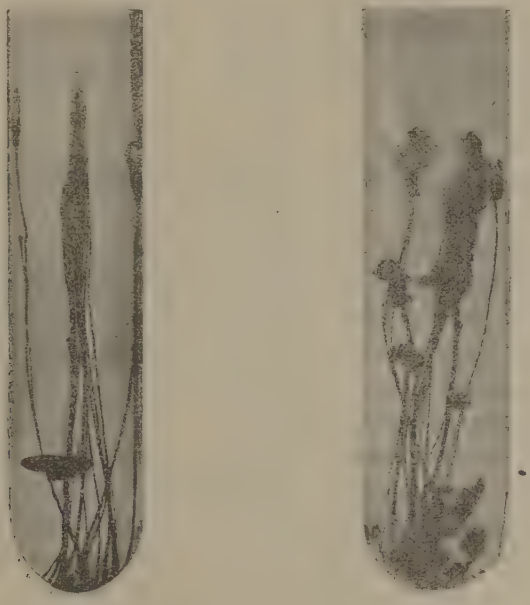
Nous avons indiqué (*Comptes rendus*, 24 juillet 1905) comment s'obtenait la croissance des cellules artificielles.

Un granule de sulfate de cuivre, de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre, formé d'environ deux parties de saccharose, une de sulfate de cuivre, et eau pour granuler, semé dans une solution aqueuse contenant 2 pour 100 à 4 pour 100 de ferrocyanure de potassium, 1 pour 100 à 10 pour 100 de chlorure de sodium ou d'autres sels, 1 pour 100 à 4 pour 100 de gélatine, pousse, en un temps qui varie de quelques heures à quelques jours suivant la température. Le granule s'entoure d'une membrane de ferrocyanure de cuivre perméable à l'eau et à certains ions, mais imperméable au sucre qu'elle renferme et qui produit dans cette graine artificielle la forte pression osmotique qui détermine l'absorption et la croissance. Si le liquide est répandu sur une plaque de verre, la croissance se fait dans un plan horizontal ; si la culture est faite dans un bassin profond, la croissance

(1) Patouillard, *Bull. de la Soc. mycol. de France*, t. XVIII, 1902, p. 51.

se fait en même temps horizontalement et verticalement ; lorsque les tiges atteignent la limite supérieure du liquide, elles poussent en feuilles à la surface comme les plantes aquatiques.

Une seule graine artificielle, de 1^{mm} de diamètre, peut donner jusqu'à 15 à 20 tiges verticales, s'élevant parfois jusqu'à 25^{cm} à 30^{cm} de hauteur,



tantôt simples, tantôt ramifiées, portant parfois des feuilles latérales ou des épines, et pourvues d'organes terminaux en boules, pyriformes, en chapeaux de champignon, en épis, en vrilles, etc., suivant la composition du liquide de culture et les conditions physiques de la croissance.

Ainsi se trouvent réalisées par des forces physiques dirigées et contrôlées des fonctions considérées jusqu'ici comme caractéristiques de la vie, savoir : 1° *La nutrition par intussusception ;* 2° l'*organisation ;* la petite graine initiale se différencie, s'organise en tiges, feuilles, organes terminaux ; il existe nécessairement un appareil circulatoire, puisque la substance membranogène, le sulfate de cuivre, s'élève, dans des tiges qui peuvent avoir moins de 1^{mm} de diamètre, jusqu'à $0^{m},30$ de hauteur ; enfin 3° la *croissance*, puisqu'une petite graine donne naissance à une forme compliquée qui a plusieurs centaines de fois son volume.

Les produits de croissance des graines artificielles sont sensibles à toutes les actions chimiques et physiques. Le développement est arrêté par de nombreux poisons ; la direction de la croissance est déterminée par les différences de pression osmotique et de température, il existe de l'osmotropisme et du thermotropisme.

BIOLOGIE. — *Action de* Eriophyes passerinæ *N. sur les feuilles de* Giardia hirsuta *G.* Note de M. **C. Gerber**, présentée par M. Alfred Giard.

I. *Description de la Zoocécidie.* — On sait que les feuilles de la Passerine hirsute (*Giardia hirsuta* G.) sont imbriquées, petites (4^{mm} sur 2^{mm}), ovales, obtuses, non atténuées à la base, épaisses, concaves et blanches tomenteuses sur la face ventrale, convexes et vert foncé sur la face dorsale; l'épiderme de la première face présente, en outre des poils, de nombreux stomates; il est formé de cellules plates, bien moins épaisses que larges; celui de la seconde est dépourvu de poils et de stomates; il est formé de cellules aussi épaisses que larges.

Les feuilles que nous avons observées sur certains rameaux récoltés à la Madrague-de-Mont-Redon (banlieue de Marseille) sont, au contraire, étalées, grandes (12^{mm} sur 4^{mm}), lancéolées, légèrement atténuées à la base, minces, plates, non tomenteuses, d'un vert glauque sur les deux faces; l'épiderme dorsal présente, comme l'épiderme ventral, des stomates; le dernier est formé, comme le premier, de cellules aussi épaisses que larges.

II. *L'auteur de la Zoocécidie.* — Ces feuilles sont, on le voit, bien différentes des premières. A leur aisselle on trouve ordinairement un corps jaunâtre, très petit, mamelonné, qui n'est autre qu'un bourgeon avorté dont les diverses feuilles sont représentées par les mamelons. Une dissociation, sous le microscope, révèle la présence, dans ces corps, en abondance, d'un Acarien que nous avons pu identifier avec le *Phytoptidæ* découvert jadis par nous dans les fleurs virescentes du même *Giardia hirsuta* G. provenant d'une station voisine, la batterie de Mont-Redon, et auquel Nalépa a donné le nom d'*Eriophyes passerinæ*.

Le parasite agit de plusieurs façons :

a. Tantôt il se fixe plus particulièrement sur les glomérules floraux, déterminant

une castration parasitaire, par transformation des étamines des fleurs mâles et de l'ovaire des fleurs femelles en feuilles (1).

b. Tantôt, au contraire, il se fixe sur les bourgeons dès leur apparition à l'aisselle des jeunes feuilles, au moment où ils n'ont pas encore différencié suffisamment leurs organes appendiculaires. Dans ce cas, le bourgeon avorte et la feuille axillante jeune ainsi que l'entrenœud correspondant s'allongent, grandissent plus que d'ordinaire, sans pousser les poils qu'ils ont normalement.

c. Tantôt, enfin, il se fixe tardivement sur les bourgeons, alors qu'ils sont devenus de petits rameaux à feuilles bien ébauchées. La feuille axillante assez âgée et l'entrenœud correspondant, déjà pubescents, ne sont pas modifiés; mais les très jeunes feuilles de ce petit rameau et ses entrenœuds successifs évoluent comme la feuille axillante et l'entrenœud du cas précédent. Quant au bourgeon qui termine le rameau, c'est lui qui subit directement l'attaque du parasite; aussi avorte-t-il, si bien que les feuilles grandes, non pubescentes, vert glauque, restent réunies en une rosette qui tranche au milieu des rameaux à petites feuilles.

III. *Intérêt de cette Zoocécidie.* — L'action de *Eriophyes passerinæ* N. sur les feuilles de *Giardia hirsuta* G. est intéressante à trois points de vue :

D'abord elle empêche la formation d'un *tomentum,* alors qu'ordinairement les *Phytoptidæ* en font apparaître là où il n'y en a pas normalement.

Ensuite elle fait perdre à une plante croissant au bord de la mer ses caractères franchement halophiles pour lui donner, au contraire, ceux d'une plante vivant à l'intérieur des terres.

Enfin elle donne aux feuilles de la Passerine hirsute une ressemblance frappante avec celles d'autres espèces du même genre et, plus particulièrement, de *Giardia Sanamunda* G., faisant ainsi ressortir une parenté que l'adaptation de *Giardia hirsuta* G., aux conditions de vie du littoral méditerranéen, masque fortement chez la plante normale.

BIOLOGIE. — *Le rôle de l'olfaction dans la reconnaissance des fourmis.* Note de M. **H. Piéron**, présentée par M. Alfred Giard.

Bethe, en des expériences qui eurent un assez grand retentissement, mit en évidence, en 1898, le rôle important de l'olfaction dans la reconnaissance des fourmis.

---

(1) C. Gerber, *Recherches morphologiques, anatomiques, systématiques et tératologiques sur les* Thymelaea *des environs de Marseille* (*Bul. Sc. de la Fr. et de la Belg.,* t. XXXIII, p. 430-454).

Il montra qu'une ouvrière de *Tetramorium cæspitum* était attaquée par ses compagnes si l'on faisait disparaître son odeur propre en la lavant à l'alcool et si on lui donnait une odeur étrangère par immersion dans un bouillon obtenu avec des *Camponotus herculeanus* écrasées dans de l'eau, ou avec des *Lasius niger* ou des *Myrmica scabrinodis*. La *T. cæspitum* était traitée comme le *Camponotus*, le *Lasius*, la *Myrmica* dont elle avait pris l'odeur. Il en était de même pour le *Lasius emarginatus;* et, en revanche, on réussissait à faire tolérer par les *Tetramorium* une *Myrmica scabrinodis,* à laquelle, par le même moyen, on faisait revêtir, en quelque sorte, l'odeur de *Tetramorium.*

Bethe conclut de ces faits que les phénomènes d'attaque manifestant la reconnaissance des fourmis d'espèces différentes n'étaient que des *réflexes olfactifs.*

Il y avait là deux points à examiner : d'une part, l'extension de ce rôle des données olfactives dans la reconnaissance, et de l'autre l'interprétation des phénomènes objectifs manifestant la reconnaissance.

1° Pour ce qui est du fait, le rôle exclusif de l'olfaction dans la reconnaissance de fourmis d'espèces différentes (1) a été établi pour les espèces suivantes : *Tetramorium cæspitum* et *Lasius emarginatus* par Bethe; *Stenamma fulvum* var. *piceum,* par Miss Fielde; et, par mes expériences, poursuivies depuis 1900, *Aphœnogaster barbara* var. *nigra, Pheidole pallidula, Camponotus pubescens, C. æthiops, Formica fusco-rufibarbis, Lasius emarginatus, L. flavus* et *L. niger.* En outre, d'après les expériences de Miss Fielde sur le *St. fulvum piceum* et les miennes sur *Aph. barbara nigra, C. pubescens, F. rufibarbis* et *L. emarginatus,* a pu être mis en évidence le rôle exclusif de l'olfaction pour la reconnaissance des fourmis de même espèce et de nid différent.

Enfin, d'après les expériences de Miss Fielde, il y a une odeur propre à chaque lignée maternelle, que les fourmis reconnaissent, et une odeur individuelle qui permet à des *Lasius* de retrouver leur propre piste.

La généralité du processus olfactif de reconnaissance est donc bien établie, et les sections d'antennes ont montré que l'organe de l'olfaction était celui de la reconnaissance. Les tentatives furieuses de morsures des *Aphœnogaster* sur une piste d'étrangère illustrent bien ce rôle des données olfactives, dont l'importance exclusive est prouvée par le fait qu'un *Camponotus pubescens* noir, long de 15^{mm}, clairvoyant, ne reconnaît un *Lasius*

(1) Dont voici la liste : *Aphœnogaster barbara,* var. *nigra; Myrmica scabrinodis; Pheidole pallidula; Camponotus herculeanus; C. pubescens; C. æthiops; Lasius flavus; L. niger; L. emarginatus; Formica cinerea; F. fusca; F. fusco-rufibarbis; F. rufibarbis; F. subsericea.*

flavus et n'est reconnu par lui qu'à son odeur, alors que ce dernier, jaune et également clairvoyant, n'atteint pas 3mm; et une mouche, normalement attaquée, est tolérée par le *Camponotus æthiops* après immersion dans un bouillon fait de ces fourmis écrasées (1).

2° De ce que l'odeur est la seule donnée sensorielle utile pour la reconnaissance des fourmis, doit-on en conclure que c'est le seul facteur? Il ne le semble pas.

Un facteur de *mémoire* a été mis en évidence par Miss Fielde, qui a constaté que des *F. subsericea*, tolérées par des *St. fulvum piceum*, n'étaient jamais attaquées par ces dernières après séparation, celle-ci ayant pu être prolongée jusqu'à 3 ans, alors que toute autre *F. subsericea* était mise à mort.

Mais les facteurs essentiels que j'ai pu mettre en évidence sont des facteurs *éthologiques* de *conservation individuelle* ou de *conservation de l'espèce* qui régissent le sens de la réaction (attaque ou fuite) et contribuent même à provoquer ou empêcher toute réaction.

Les *Formica cinerea*, agiles et clairvoyantes, cherchent toujours à fuir, alors que les *Aph. barbara nigra*, lentes, aveugles, attaquent violemment, et que les très petites fourmis, *L. flavus*, *Ph. pallidula*, s'accrochent aux pattes ou aux antennes de leurs grandes adversaires.

Une ouvrière isolée n'attaque jamais comme lorsqu'elle est accompagnée (bien qu'il n'y ait pas de synergie des attaques).

On peut faire tolérer dans un récipient quelconque des ouvrières qui, près du nid, expulseront les étrangères et, dans un nid clos, près des larves, mettront à mort les intruses.

Les fourmis polydômes, dont les nids se pénètrent mutuellement, se tolèrent toujours d'un nid à l'autre (*Formica cinerea*).

Une fourmi cuirassée d'une armure chitineuse comme la *Myrmecina Latreillei* n'attaque à peu près jamais et n'est que rarement attaquée.

Les fourmis esclavagistes (comme *Formica sanguinea*) tolèrent, bien entendu, leurs esclaves, par exemple *F. fusca*, dont la présence leur est utile ou nécessaire.

Enfin, si la loi olfactive de la reconnaissance régit les rapports réciproques des femelles et des ouvrières (les mâles étant à cet égard tout à fait à part, et incapables de reconnaissance), il n'en reste pas moins qu'après

(1) L'odeur appartient à toutes les régions du corps de la fourmi. Elle n'est pas détruite par une ébullition de 5 minutes.

le vol nuptial, les ouvrières d'un nid, loin de mettre à mort les femelles de nids différents, les recherchent au contraire, quel que soit leur nid, et les emmènent de force au sein de leur fourmilière.

On voit aisément que, dans tous ces cas, le facteur surajouté à la donnée sensorielle qui permet la reconnaissance, au facteur olfactif, concerne la meilleure adaptation aux conditions de vie, assurant la conservation de l'individu ou de l'espèce. Les fourmis semblent bien, d'une espèce à l'autre, d'un nid à l'autre, d'une lignée maternelle à l'autre, et peut-être d'un individu à l'autre (?), se reconnaître exclusivement à l'odeur, mais leur réaction est régie par des facteurs éthologiques et c'est dans les phénomènes d'adaptation et de sélection, non dans un pur réflexe olfactif, que l'on peut trouver la clef de leur attitude, qui est variable parce qu'elle est souple.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur les troubles thermiques dans les cas de privation absolue de sommeil,* par M. **N. Vaschide**.

Nos connaissances sur le fonctionnement et sur le mécanisme du sommeil et des rêves sont extrêmement pauvres; nous possédons des théories et des hypothèses, plus ou moins ingénieuses, qui se multiplient à coup d'œil, et les faits restent tout aussi rares que jadis, quand nous vivions en plein empirisme.

Je désirerais ajouter quelques nouvelles données expérimentales à celles déjà communiquées auparavant sur le sommeil et sur les rêves; j'ai étudié expérimentalement les troubles thermiques provoqués chez des individus privés d'une manière absolue de sommeil.

On affirme vaguement que le sommeil est un besoin réparateur d'énergie, mais sans nous préciser par quels moyens et de quelle manière le sommeil agit sur le système nerveux et sur tout l'organisme. On conseille toute une hygiène du sommeil, mais elle est encore empirique.

Ayant eu l'occasion d'étudier expérimentalement plusieurs cas d'insomnie pathologiques, j'ai voulu me rendre compte dans quelle mesure, normalement, la privation de sommeil agissait sur les modifications thermiques de l'organisme humain.

Mes recherches ont été faites sur des infirmières-veilleuses, adultes valides de 23 à 30 ans (16 sujets), sur 3 sujets de bonne volonté, qui se sont soumis à l'expérience à plusieurs reprises et sur moi-même.

Les recherches faites sur les infirmières ont été poursuivies pendant plusieurs années de 1899 à 1904, surtout pendant l'été; les mesures étaient prises par moi et je pouvais contrôler la véracité de l'absence du sommeil. Des infirmières en dehors du contrôle

administratif étaient obligées réellement de veiller toute la nuit à cause du service surchargé; elles devaient surveiller de vastes dortoirs de malades aliénés et elles étaient obligées de descendre parfois des escaliers pour se rendre compte des malades plus calmes qui couchaient au rez-de-chaussée. En dehors du service elles passaient le temps, les quelques heures de liberté, à lire ou à faire des travaux manuels. On avait pris la température de l'aisselle le matin après la levée du service et on l'avait comparée à celle prise des journées de sommeil; le thermomètre fut laissé sur place pendant 5 minutes. Sur les autres sujets et sur nous-même nous avons varié l'expérience; pendant certaines nuits nous nous obligions à faire du travail intellectuel et musculaire ou encore à rester simplement alités. On a pris dans ces cas la température rectale, buccale, de la main, celle de l'aisselle ou la température périphérique. Dans toutes les autres recherches faites, soit sur moi, soit sur les autres trois sujets, j'ai constaté une différence constante entre les nuits sans sommeil et les nuits avec sommeil. Cette différence, à peine sensible pour certains sujets, ne dépasse guère pour une première nuit 0°,9 et elle est moindre comparée à une autre nuit de sommeil que pendant la nuit qui succède à la nuit de privation de sommeil.

Voici les données expérimentales des moyennes sur les 16 sujets. Nous les divisons en quatre groupes de 4 sujets chacun; cette division nous est dictée par la catégorie des sujets examinés appartenant à une année d'expériences :

	Température de l'aisselle prise		
	le matin, avec sommeil.	les jours sans sommeil.	Nombre des nuits d'expériences.
	°	°	
Premier groupe.....	36,02	35,6	20
Deuxième »	36,10	35,7	20
Troisième »	36,37	36,1	17
Quatrième »	36,81	35,9	10

Il résulte de ces chiffres qui concordent au point de vue physiologique avec les données de Davy, Hellmann, Jürgenssen, Jäger, Bärensprung, M^me^ Manacéine, Lichtenfelds, Frölich, Krieger, Liebermeister, que la privation de sommeil provoque un abaissement constant et sensible de la température; cet abaissement est plus notoire pour la température périphérique, dont nous avons pu constater même une différence de 1°,3; il est moindre pour la température rectale. Cette diminution est moins notoire, quand le sujet s'adonne à des travaux musculaires et intellectuels. Si l'on prolonge cette privation on arrive à des états de fièvre; la fièvre apparaît même la seconde nuit et, après une rapide et brusque montée thermique, nous avons pu constater des différences de 1°,5 après une nuit

sans sommeil. Dans les cas pathologiques, où l'absence de sommeil est constatée rigoureusement, les sujets souffrent de froid, sensation pénible qui augmente à mesure que la veille continue. Une bonne nuit de sommeil est victorieusement réparatrice. Les insomnies sont rarement des cas de privation de sommeil; les sujets dorment réellement par petites étapes, ils se réveillent souvent et l'idée de l'insomnie est liée à celle des réveils répétés. Des aliénés et des névropathes qui affirment n'avoir pas dormi pendant des nuits dorment habituellement, mais leur sommeil est léger et la trame onirique est vivante et elle entretient leurs inquiétudes de la veille. Dans ces cas les troubles thermiques sont négligeables; l'abaissement de la température apparaît dès qu'il y a une réelle absence de sommeil. Les hypnotiques ne remplacent qu'à la longue, au point de vue thermique, le sommeil normal, tandis que l'hypnotisme et la suggestion réparent rapidement cette perte thermique. Le premier effet physiologique du sommeil est donc d'entretenir l'équilibre thermique de l'organisme, quel que soit ce sommeil, profond ou superficiel ou même l'assoupissement et l'abaissement plus ou moins prolongé des paupières.

PHYSIOLOGIE. — *Rôle physiologique du pigment jaune de la macula.* Note de M. **A. Polack**, présentée par M. d'Arsonval.

On considère avec Helmholtz que, si, malgré son chromatisme, l'œil donne des images nettes et achromatiques, c'est grâce à ce qu'il accommode sur le cercle de diffusion commun aux radiations extrêmes de la lumière employée. (En effet, lorsqu'on couvre la moitié de la pupille avec un écran opaque, on voit apparaître des lisérés colorés sur les bords des plages claires.)

Cette théorie ne répond pas, comme on le verra, à la totalité de faits et ne me paraît pas suffisante pour comprendre la formation des images nettes, car le cercle de diffusion commun aux radiations extrêmes de la lumière blanche dépasse de beaucoup celui compatible avec la vision distincte.

Il y a donc lieu d'admettre l'intervention d'un autre facteur.

Il existe heureusement dans notre rétine un pigment jaune localisé, comme on sait, au pôle postérieur de l'œil et doué à l'égard de radiations très réfrangibles d'un pouvoir absorbant nettement démontré (1).

(1) L'absorption des radiations très réfrangibles dans la région maculaire est dé-

Je crois que, grâce à l'absorption dans le pigment maculaire, les effets de la dispersion chromatique de l'œil se trouvent sensiblement réduits et que la vision distincte peut être obtenue dans ces conditions par une accommodation sur le cercle de diffusion commun des radiations restantes ; ce cercle étant plus petit que celui de Helmholtz.

Si cette hypothèse est exacte, l'accommodation moyenne de l'œil devra se faire pour des radiations plus voisines de l'extrémité rouge du spectre que ne l'admet la théorie classique et, en réalité, de nombreuses expériences permettent de vérifier ce fait :

1° Lorsqu'un emmétrope (1) regarde à travers un prisme un point lumineux distant de 5m, il en voit le spectre en forme d'une flèche *dont la pointe est dans le rouge et nullement dans le vert moyen, comme le voudrait la théorie de Helmholtz.* (Expérience de Wollaston.)

2° Si l'emmétrope regarde à la même distance le même point lumineux à travers un verre bleu de cobalt, il le voit rouge entouré d'un cercle de diffusion bleu. Il ne peut le voir en disque uniformément violet qu'en s'approchant suffisamment ou en mettant devant l'œil une lentille divergente. Et encore faut-il, s'il est jeune, qu'il s'efforce de désaccommoder ; autrement, malgré la faible distance, il continuera à voir un point rouge entouré de bleu.

3° Lorsqu'on détermine exactement la réfraction statique d'un œil atropinisé ou non à l'aide de l'optomètre de Badal éclairé par la lumière rouge et que l'on remplace ensuite celle-ci par la lumière blanche, l'œil examiné continue à voir les optotypes avec la même netteté sans qu'on ait besoin de déplacer le tube mobile de l'appareil.

Ces faits me paraissent suffisants pour montrer que l'œil accommode pour des radiations voisines de l'extrémité rouge du spectre et j'en conclus :

L'achromatisme de l'œil peut être obtenu par un mécanisme analogue à celui indiqué par Helmholtz ; mais l'existence du pigment jaune, absorbant les radiations très réfrangibles dans la zone où l'acuité visuelle est grande, réduit l'étendue du spectre utilisable et ramène ainsi le cercle de Helmholtz à des dimensions convenables.

Le pigment jaune de la macula aurait dans ces idées un rôle essentiel pour l'acuité visuelle.

---

montrée photoptométriquement et aussi par les expériences sur la tache de Maxwell, que l'on peut voir en image primitive ou en image secondaire à l'aide d'un verre violet ou d'un verre bleu de cobalt.

(1) L'œil emmétrope que je considère ici est celui qui présente en lumière blanche une acuité visuelle égale à 1 au moins à 5m de distance et qui ne supporte pas le moindre verre convexe.

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'audition des poissons.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Yves Delage.

Si l'on consulte tous les travaux qui ont été publiés depuis seize ans sur l'audition des poissons dans : *Biologisches Centralblatt, Centralblatt für Physiologie, Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie, The Journal of Physiology, The American Journal of Physiology,* on constate que, pour presque tous les expérimentateurs, les poissons n'ont aucune audition ; quelques-uns admettent que ces animaux peuvent entendre les vibrations d'une cloche plongée dans l'eau, lorsque la distance qui les sépare du corps sonore n'est pas supérieure à 8^m.

J'ai pensé qu'il était utile de reprendre une partie de ces expériences en employant, ce qui n'avait pas été fait jusqu'ici, des sons ayant une hauteur, un timbre et une énergie déterminés.

J'ai employé les voyelles synthétiques OU, O, A, É, I émises successivement sur des notes comprises entre ut_2 et la_6 avec une énergie variant entre $0^{kgm},00045$ et $0^{kgm},05$; le son était conduit dans l'intérieur de la masse liquide par un tube de caoutchouc ayant $0^m,015$ de diamètre intérieur; il était muni d'une membrane mince, non tendue, en caoutchouc, de manière que ni l'air, ni les trépidations de la sirène ne parvenaient dans les bacs (1).

Les animaux ne pouvaient pas voir les expérimentateurs.

Les expériences ont été continuées pendant un mois sur des goujons (*Gobio fluviatilis*), anguilles (*Anguilla vulgaris*), brochets (*Esox lucius*), tanches (*Tinca vulgaris*), carpes (*Cyprinus carpio*), gardons (*Leuciscus rutilus*).

Les résultats ont toujours été négatifs.

On pouvait objecter que les animaux ne se trouvaient pas dans des conditions normales et que, le son étant réfléchi sur les parois du bac, l'animal ne pouvait pas en connaître la direction et par conséquent prendre la fuite du côté opposé à celui d'où le son semblait provenir.

J'ai alors repris ces expériences en eau libre, dans une rivière, mais je n'ai pu les faire que sur des ablettes (*Alburnus lucidus*) qui se trouvaient réunies par groupes de 10 à 15, à quelques centimètres de l'extrémité du tube plongé dans l'eau.

(1) Les sons ainsi transmis ont parfois une telle énergie qu'une oreille normale ne pourrait pas supporter un son 400 fois plus faible. Sur 20 sourds-muets regardés comme sourds complets, je n'en ai rencontré que quatre qui ne les aient pas entendus.

Les résultats ont été encore négatifs et cependant un plongeur placé à 80^{m} de distance entendait toutes les voyelles et les distinguait parfaitement, sans jamais commettre d'erreur.

Conclusions. — Les poissons n'entendent pas les vibrations des voyelles synthétiques transmises *dans l'intérieur du liquide* avec une énergie capable d'impressionner des sourds-muets regardés comme sourds complets.

Il est donc peu probable qu'ils entendent la voix humaine ordinaire, les vibrations passant très difficilement de l'air dans l'eau.

MÉDECINE. — *Recherches expérimentales sur les lésions des centres nerveux, consécutives à l'insolation.* Note de M. G. Marinesco, présentée par M. A. Laveran.

Les auteurs n'étant pas d'accord sur le mécanisme de la mort par insolation, j'ai cru utile de soumettre cette question à l'analyse expérimentale. J'ai utilisé pour ces expériences des animaux jeunes : chiens, chats, lapins et cobayes, qui ont été exposés au soleil pendant les mois de juillet et août de 1905 et de 1906. Tous les animaux succombaient après 1 heure d'exposition en moyenne, avec une température rectale atteignant 47°. Les centres nerveux étaient toujours congestionnés et leur consistance était diminuée. A l'examen microscopique, j'ai toujours trouvé des lésions profondes des cellules nerveuses de l'axe cérébro-spinal.

L'intensité de ces lésions est sous la dépendance de deux facteurs, à savoir : la durée d'exposition au soleil et l'augmentation de la température de l'animal. Lorsque cette dernière atteint 46° à 47°, les lésions sont considérables. Il n'y a plus d'éléments chromatophiles constitués dans les différentes espèces de cellules nerveuses, la substance fondamentale achromatique est colorée et le corps de la cellule, coloré à la thionine, est d'un violet pâle, opaque. A un fort grossissement, on voit un grand nombre de granulations fines, disséminées dans le corps cellulaire, moins abondantes dans les prolongements et colorées en violet pâle. La lésion de la cellule paraît parfois plus accusée à la périphérie et son contour est plus pâle, déchiré ou déchiqueté. Le noyau est tuméfié; son réseau est incolore, le nucléole est plus ou moins vacuolaire. Ces lésions existent dans les cellules de la moelle, du bulbe, du cerveau et des ganglions, elles sont plus accusées dans les cellules de petites dimensions. Dans les cas où les lésions sont plus intenses, comme cela se produit chez le cobaye, il y a une espèce de désorganisation de la périphérie cellulaire, production de vacuoles à l'intérieur de la cellule et homogénéisation du noyau dont le contour est pour ainsi dire estompé.

Les prolongements de la cellule peuvent être variqueux ou bien rompus et frag-

mentés. On assiste à une espèce de cytolyse de l'élément nerveux. Les neurofibrilles paraissent plus résistantes que les corpuscules de Nissl à l'action de l'insolation. Lorsque les lésions sont peu accentuées, on ne constate qu'une pâleur de ces éléments qui n'apparaissent pas aussi clairement qu'à l'état normal; mais, chez les animaux morts avec une température rectale de 47°, le réseau cytoplasmique est parfois désorganisé, ses travées sont granuleuses ou même dégénérées. Les boutons terminaux paraissent plus résistants, mais eux-mêmes se désorganisent à la fin.

On pourrait dire que, dans l'insolation, la lésion des cellules nerveuses commence par la dissolution des éléments chromatophiles, puis apparaît la désintégration granuleuse des neurofibrilles; enfin, lorsque la lésion est arrivée au maximum, elle réalise une espèce de cytolyse.

Les lésions des centres nerveux dans l'insolation expérimentale ressemblent fort à celles que produit l'hyperthermie. Or, l'insolation augmente la température de l'animal d'une façon considérable, de sorte qu'on est conduit à admettre que la cause principale des lésions de l'insolation est l'hyperthermie. En examinant le système nerveux d'animaux jeunes morts avec une température de 46°,5 à 47°, après un séjour à l'étuve de trois quarts d'heure à 1 heure, j'ai trouvé des lésions analogues à celles que je viens de décrire dans l'insolation; cependant, dans ce dernier cas, elles paraissent plus accentuées. Je me suis demandé si les rayons chimiques n'ajouteraient pas leur action à celle des rayons de chaleur pour produire les troubles et les lésions graves qu'on constate dans l'insolation.

Dans le but de résoudre cette question, j'ai placé des animaux jeunes dans des boîtes couvertes de verres de couleur et exposées au Soleil. Ces expériences n'ont pas donné de résultats bien nets.

Les lésions des centres nerveux produites par l'insolation doivent exister également dans les ganglions nerveux situés dans les divers organes et peut-être aussi dans toutes les cellules de l'organisme, de sorte que la mort dans l'insolation accompagnée d'hyperthermie serait due à la suppression de la vie élémentaire des cellules de l'organisme et, parmi celles-ci, ce serait la cellule nerveuse qui serait la plus sensible à l'action de la chaleur. J'ai montré que les lésions des cellules nerveuses dans l'hyperthermie expérimentale dépendent des albuminoïdes du protoplasma; or, Haliburton a décrit, dans ce dernier, une neuroglobuline qui se coagule à 47°.

Nos recherches doivent être rapprochées de celles de MM. Laveran et Regnard, qui ont conclu avec raison que, dans les conditions ordinaires où se manifeste le coup de chaleur, la mort ne s'explique ni par la coagulation

de la myosine, ni par l'asphyxie, ni par l'auto-intoxication, mais bien par des troubles d'innervation qui se produisent quand la température du milieu intérieur atteint 45° chez l'homme et chez les animaux supérieurs (¹).

M. André Dumoulin adresse un *Mémoire relatif au stabilisateur de son projet d'aéroplane.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Gustave-D. Hinrichs adresse une Note *Sur le poids atomique absolu du dysprosium.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 novembre 1906.

Les ultramicroscopes, les objets ultramicroscopiques, par A. Cotton et H. Mouton. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Traité de manipulations et de mesures électriques et magnétiques industrielles, par H. Pécheux, avec 189 figures. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1906; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Violle.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 34e session, Cherbourg, 1905 : Notes et Mémoires. Paris, Masson et Cie, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Giard.)

(¹) A. Laveran et P. Regnard, *Recherches expérimentales sur la pathogénie du coup de chaleur* (*Académie de Médecine,* 27 novembre 1894). — A. Laveran, *Discussion sur la pathogénie du coup de chaleur* (*Académie de Médecine,* 26 décembre 1894).

Bulletin mensuel de l'Association française pour l'avancement des Sciences; nos 8-10, octobre-décembre 1905. (Documents officiels et procès-verbaux du Congrès de Cherbourg.) Paris, au siège de la Société; 3 fasc. in-8°.

L'Aéronaute, journal officiel illustré de la Navigation aérienne, 39e année, n° 1 à 10, janvier-octobre 1906; 10 fasc. in-8°.

Elogio historico de don Antonio Jose Cavanilles, premiado por la Real Sociedad ecónomica de Valencia en el año 1826 su autor José Pizcueta, impresso en los talleres de D. Benito Monfor, impresor de la Real Sociedad en 1830. Madrid, 1906; 1 fasc. in-8°. (Offert, ainsi qu'un portrait du célèbre botaniste, par M. l'Ambassadeur d'Espagne à Paris, au nom de M. le Comte de Cerrageria.)

Gesammelte mathematische Werke, von L. Fuchs; herausgegeb. v. Richard Fuchs und Ludwig Schlesinger. Bd. II : *Abhandlungen* (1875-1887), redigirt von L. Schlesinger. Berlin, Mayer et Müller, 1906; 1 vol. in-4°. (Hommage des Éditeurs.)

Technische Thermodynamik von Dr Gustav Zeuner; dritte Auflage. Bd. I : *Fundamentalsätze der Thermodynamik. Lehre von den Gasen;* mit 65 in den Text gedruckten Holzschnitten. Bd. II : *Die Lehre von den Dämpfen,* mit 52 in den Text gedruckten Holzschnitten. Leipzig, Arthur Felix, 1905-1906; 2 vol. in-8°.